

عنوان البحث

أثر التحول الرقمي على كفاءة الأداء في مصانع البتروكيماويات: دراسة تطبيقية في المملكة العربية السعودية

إعداد الطالب/

يوسف علي الخالدي

إشراف/

د. الفيصل عبد الحميد محمد

د. فايز جراد

العام الدراسي:

2025

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الإهداء

إلى من كانوا سندي، ودعمني، ونقطة النور في طريقي...

إلى أسرتي الكريمة،

التي منحني القوة عندما ضعفت، والأمل عندما تعثرت،

وكانت دائماً الدعاء الذي يسبق خطواتي...

إلى كل من آمن بي، وشجّعني، ووقف بجاني دون انتظار مقابل...

إلى كل قلب أحبني بصدق، وكل روح دفعتني لأن أواصل الماضي قُدماً...

أهديكم هذا العمل، فهو ثمرة صبركم، ودعواتكم، ومحبتكم.

لولاكم... لما وصلت.

الشكر والتقدير

أتقدم بخالص الشكر وعظيم الامتنان إلى مشرفي الفاضلين:

الدكتور الفيصل عبد الحميد والدكتور فايز جراد،

لما قدّماه لي من توجيه علمي سديد، ونصح مستمر، وملاحظات بناءة كان لها الأثر الكبير في إنجاز هذا

البحث.

كما أحص بالشكر جميع أساتذتي الكرام وزملائي وزميلاتي الذين ساندوني معنويًا ومهنيًا خلال مسيرتي

الأكاديمية.

ولا يفوتني أن أعبر عن امتناني العميق لكل من شجعني، ووقف بجاني، وكان له أثر في تخطي الصعوبات.

وأخيرًا، كل الشكر والتقدير لكل من آمن بي، ودفعني للاستمرار، فلکم مني خالص الدعاء وعظيم الامتنان.

المستخلص:

يهدف هذا البحث إلى دراسة أثر التحول الرقمي على كفاءة الأداء في مصانع البتروكيماويات في المملكة العربية السعودية. اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي لقياس مدى إسهام التقنيات الرقمية الحديثة مثل الأتمتة، الذكاء الاصطناعي، إنترنت الأشياء، الحوسبة السحابية، وتحليلات البيانات الضخمة في تحسين الإنتاجية وجودة العمليات وتقليل التكاليف وتسريع الإجراءات التشغيلية. تم جمع البيانات من عينة قصدية مكونة من (100) موظف وإداري ممن لهم علاقة مباشرة بالعمليات التشغيلية والتحول الرقمي داخل المصانع. أظهرت نتائج التحليل الإحصائي باستخدام برنامج SPSS وجود أثر إيجابي قوي ودال إحصائيًا للتحول الرقمي على كفاءة الأداء، حيث تبين أن المصانع قد حققت مستوى متقدمًا في تبني الأنظمة الرقمية، خصوصًا في مجالات الأتمتة وتحديث الأنظمة وسرعة الوصول للمعلومات. كما أظهرت النتائج أن التحول الرقمي ساهم في تحسين اتخاذ القرارات، تقليل الأخطاء التشغيلية، رفع جودة المنتجات، وتعزيز الالتزام بمعايير الجودة. وتؤكد الدراسة الدور الاستراتيجي للتحول الرقمي في دعم التنافسية الصناعية وتحقيق مستهدفات رؤية المملكة 2030، مع تقديم توصيات لتعزيز الجاهزية الرقمية واستدامة كفاءة الأداء في مصانع البتروكيماويات.

الكلمات المفتاحية:

التحول الرقمي - كفاءة الأداء - صناعة البتروكيماويات - الثورة الصناعية الرابعة

Abstract:

This study examines the impact of digital transformation on performance efficiency in petrochemical factories in the Kingdom of Saudi Arabia. Using a descriptive-analytical approach, the research analyzes the extent to which digital technologies—such as automation, artificial intelligence, Internet of Things (IoT), cloud computing, and big-data analytics—contribute to improving productivity, enhancing operational quality, reducing costs, and accelerating workflow. Data were collected from a purposive sample of 100 employees working in operational and administrative roles within petrochemical plants. Statistical analysis using SPSS, including descriptive statistics, correlation, and regression analysis, revealed a strong positive and statistically significant effect of digital transformation on performance efficiency. The findings indicate that Saudi petrochemical factories have achieved a relatively advanced level of digital adoption, particularly in automation, system modernization, and digital access to information. Moreover, results show that digital transformation enhances production scheduling, reduces operational errors, supports faster decision-making, and increases compliance with quality standards. This study provides empirical evidence supporting the strategic role of digital transformation in aligning industrial performance with Saudi Vision 2030. Recommendations are presented to strengthen digital readiness and sustain efficiency improvements in the petrochemical sector.

Keywords:

Digital Transformation – Performance Efficiency – Petrochemical Industry – Industry 4.0

فهرس المحتويات

1.....	الفصل الأول.....
2.....	المقدمة.....
3.....	مشكلة الدراسة.....
5.....	أهمية الدراسة.....
6.....	أهداف الدراسة.....
6.....	تساؤلات الدراسة.....
8.....	النظريات العلمية المتبعة لإعداد البحث.....
10.....	الفصل الثاني.....
11.....	مقدمة.....
12.....	الدراسات السابقة.....
18.....	الإطار النظري.....
18.....	المبحث الأول: التحول الرقمي.....
22.....	المبحث الثاني: كفاءة الأداء.....
26.....	المبحث الثالث : العلاقة بين التحول الرقمي وكفاءة الأداء.....
30.....	نموذج الدراسة.....
31.....	الفصل الثالث.....
32.....	مقدمة.....
33.....	المنهجية وطرق البحث.....
36.....	الفصل الرابع.....
37.....	مقدمة.....
38.....	تحليل البيانات.....
62.....	النتائج.....
65.....	المراجع.....
70.....	الملاحق.....

فهرس الاشكال

رسم توضيحي 1 الجنس	39
رسم توضيحي 2 العمر	40
رسم توضيحي 3 المستوى التعليمي	41
رسم توضيحي 4 سنوات الخبرة	42

فهرس الجداول

جدول 1 نموذج الدراسة	30
جدول 2 جدول الإحصاء الوصفي للمتغير المستقل	43
جدول 3 التحليل الوصفي للمتغير التابع	45
جدول 4 معامل الثبات (كرونباخ ألفا)	47
جدول 5 نتائج معامل بيرسون	50
جدول 6 نتائج تحليل الانحدار الخطي	53

الفصل الأول

المقدمة

في ظل التطورات التقنية المتسارعة التي يشهدها العالم، أصبح التحول الرقمي أداة مركزية في تحقيق التنافسية والتميز في الأداء داخل المؤسسات الصناعية، ولا سيما في مصانع البتروكيماويات التي تمثل محورًا استراتيجيًا للاقتصاد السعودي، إذ يعزز التحول الرقمي عمليات الأتمتة وتحليل البيانات الضخمة ويخفض من الفاقد التشغيلي بما يسهم في رفع كفاءة الأداء وتحقيق أهداف الاستدامة، وقد أشارت دراسة عبد الرحيم (2023) إلى أن التحول الرقمي يسهم بفاعلية في رفع إنتاجية العاملين من خلال تحسين قنوات الاتصال الداخلي وتسهيل الحصول على المعلومات بشكل سريع ودقيق، ما ينعكس إيجابًا على العمليات التشغيلية، ويشير زيادي وفلفلان (2024) إلى أن التحول الرقمي أصبح أداة تمكين رئيسية لتحسين أداء الموظفين في الشركات عبر أتمتة الإجراءات وتقليل الوقت المهدر في العمليات الورقية، وفي السياق ذاته أكدت دراسة عطية (2022) على أثر تطبيق التحول الرقمي في تحسين الأداء الاستراتيجي للشركات الصناعية بما يعزز قدرتها على التكيف مع متغيرات السوق ومتطلبات التنافسية بمنحها مرونة في إدارة الموارد

يمثل قطاع البتروكيماويات في المملكة العربية السعودية ركيزة مهمة في رؤية المملكة 2030، ويأتي التحول الرقمي كأداة مساعدة لتعزيز كفاءة الأداء وتقليل التكاليف وتحقيق استدامة العمليات بما يتماشى مع الأهداف البيئية والاقتصادية، وأشار الغني وشمعه وصالح (2023) إلى أن التحول الرقمي يساهم في رفع فاعلية الأداء التنظيمي من خلال تحسين عمليات اتخاذ القرار بناءً على البيانات الدقيقة التي يتم جمعها وتحليلها لحظيًا، وقد بينت دراسة Ghaithan et al. (2021) أن تطبيق مبادئ الصناعة 4.0 إلى جانب التصنيع الرشيق في منظمات البتروكيماويات بالمملكة العربية السعودية يساهم بشكل مباشر في تعزيز الأداء المستدام وتقليل الهدر ورفع مستوى الجودة التشغيلية، كما أوضحت دراسة Al-Hajri et al. (2024) في مراجعتها المنهجية أن قطاع النفط

والغاز في الخليج يشهد تحولات رقمية جوهرية تهدف إلى تحسين كفاءة الإنتاج وتقليل الانبعاثات الكربونية وتحقيق التكامل بين التقنيات الحديثة والإجراءات التشغيلية التقليدية

تعد الابتكارات الرقمية مثل الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء والتحليلات المتقدمة من العوامل الأساسية في رفع مستوى الإنتاجية التشغيلية داخل مصانع البتروكيماويات، إذ أشار Alsuhaibany (2025) إلى العلاقة بين الابتكار الرقمي والاقتصاد الدائري في تحويل قطاع النفط والغاز بالمملكة نحو ممارسات مستدامة وكفؤة، كما أبرز Osman et al. (2024) أثر التحول الرقمي في تعزيز كفاءة قطاع الطاقة في المملكة العربية السعودية من خلال تحسين عمليات الصيانة التنبؤية وتقليل التكاليف التشغيلية وتطوير قدرات التنبؤ بالطلب والإنتاج

من هنا تنبع أهمية هذه الدراسة التي تهدف إلى تحليل أثر التحول الرقمي على كفاءة الأداء في مصانع البتروكيماويات في المملكة العربية السعودية من خلال استكشاف كيف تسهم التقنيات الرقمية في رفع مستوى الكفاءة التشغيلية وتقليل التكاليف وتحقيق استدامة الأعمال في ظل بيئة تنافسية متغيرة، وستسعى الدراسة إلى استكشاف الخبرات التطبيقية للمصانع السعودية وربطها بالممارسات العالمية المستندة إلى مبادئ الصناعة 4.0 والتحول الرقمي، بهدف تقديم توصيات عملية يمكن أن تدعم متخذي القرار في مصانع البتروكيماويات السعودية لتحقيق أقصى استفادة ممكنة من عمليات التحول الرقمي، وتحقيق التوافق مع رؤية المملكة 2030 التي تسعى إلى رفع كفاءة القطاعات الصناعية وزيادة مساهمتها في الناتج المحلي الإجمالي وتحقيق التنمية المستدامة

مشكلة الدراسة

رغم أن التحول الرقمي أصبح أداة استراتيجية لتحقيق الكفاءة التشغيلية ورفع مستوى الأداء في المؤسسات، إلا أن مستوى تطبيقه ومدى تأثيره على القطاعات الصناعية يختلف باختلاف البيئة التنظيمية والقطاع المستهدف، حيث أشارت دراسة عبد الرحيم سيد أحمد محمد (2023) إلى أن التحول الرقمي ساهم في رفع إنتاجية العاملين

في القطاع العام بمصر من خلال تسريع تدفق المعلومات وتقليل الوقت المهدر في العمليات التقليدية، بينما أكد زيادي وفلفلان (2024) على أن التحول الرقمي يؤدي إلى تحسين أداء الموظفين عبر أتمتة العمليات التشغيلية وتعزيز القدرة على التكيف مع بيئة العمل، إلا أن معظم الدراسات ركزت على القطاعات الحكومية والخدمية ولم تتناول بعمق أثر التحول الرقمي على كفاءة الأداء في مصانع البتروكيماويات رغم أهميته الاستراتيجية في تحقيق رؤية المملكة 2030، وفي ظل سعي المملكة العربية السعودية لتعزيز التنافسية الصناعية وتبني مفاهيم الصناعة 4.0، تبرز الحاجة إلى دراسة تطبيقية تسلط الضوء على أثر التحول الرقمي على كفاءة الأداء داخل مصانع البتروكيماويات السعودية، لمعرفة مدى الاستفادة من التحول الرقمي في تحسين الإنتاجية وتقليل التكاليف وتعزيز استدامة العمليات، ومن هنا تنبثق مشكلة البحث الحالية والتي تتمثل في عدم وضوح مستوى تأثير التحول الرقمي على كفاءة الأداء في مصانع البتروكيماويات في المملكة العربية السعودية في ضوء التحولات الرقمية الجارية، مما يثير التساؤل الآتي:

ما أثر التحول الرقمي على كفاءة الأداء في مصانع البتروكيماويات في المملكة العربية السعودية؟

أهمية الدراسة

أولاً: الأهمية العلمية

- يساهم في إثراء الأدبيات العلمية المتعلقة بالتحول الرقمي في القطاع الصناعي وخاصة قطاع البتروكيماويات.
- يقدم دراسة تطبيقية حديثة تسد فجوة في الدراسات المتعلقة بأثر التحول الرقمي على كفاءة الأداء بالمصانع.
- يساعد في فهم العلاقة بين تبني تقنيات الصناعة 4.0 وكفاءة الأداء التشغيلي داخل بيئة العمل الصناعية.
- يوفر بيانات ميدانية يمكن الاستفادة منها في الدراسات المستقبلية التي تتناول الاستدامة والتحول الرقمي في الصناعة.

ثانياً: الأهمية العملية

- يساعد متخذي القرار في مصانع البتروكيماويات على التعرف على أثر التحول الرقمي في رفع الكفاءة التشغيلية وتقليل التكاليف.
- يدعم جهود المصانع السعودية في تحقيق أهداف رؤية المملكة 2030 المتعلقة بالصناعة والتحول الرقمي.
- يقدم مقترحات عملية يمكن الاستفادة منها في تطوير عمليات الصيانة والإنتاج باستخدام الحلول الرقمية.

- يسهم في تحسين مستوى الإنتاجية والأداء الوظيفي داخل مصانع البتروكيماويات من خلال استراتيجيات التحول الرقمي الفعال.

أهداف الدراسة

- تحليل مستوى تطبيق تقنيات التحول الرقمي في مصانع البتروكيماويات بالمملكة العربية السعودية.
- قياس أثر التحول الرقمي على كفاءة الأداء التشغيلي والإنتاجي في المصانع.
- التعرف على التحديات التي تواجه مصانع البتروكيماويات في تطبيق مبادرات التحول الرقمي.
- تقديم توصيات عملية لتعزيز كفاءة الأداء في مصانع البتروكيماويات باستخدام الحلول الرقمية.
- دراسة العلاقة بين تبني التحول الرقمي وتحقيق استدامة العمليات التشغيلية في القطاع الصناعي.

تساؤلات الدراسة

السؤال الرئيس:

ما أثر التحول الرقمي على كفاءة الأداء في مصانع البتروكيماويات في المملكة العربية السعودية؟

ويتفرع منه الأسئلة الفرعية الآتية:

- ما مستوى تطبيق تقنيات التحول الرقمي في مصانع البتروكيماويات بالمملكة؟
- ما مدى تأثير التحول الرقمي على الإنتاجية التشغيلية داخل المصانع؟
- كيف يساهم التحول الرقمي في تحسين جودة وكفاءة العمليات في مصانع البتروكيماويات؟
- ما أبرز التحديات التي تواجه مصانع البتروكيماويات عند تطبيق التحول الرقمي؟

فروض الدراسة

الفرض الرئيس:

H1 يوجد أثر ذو دلالة إحصائية للتحول الرقمي على كفاءة الأداء في مصانع البتروكيماويات في المملكة العربية السعودية.

الفرضيات الفرعية

H1-1 يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لتطبيق تقنيات التحول الرقمي على مستوى الإنتاجية التشغيلية في مصانع البتروكيماويات.

H1-2 يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لاستخدام الأنظمة الرقمية على جودة العمليات في مصانع البتروكيماويات.

H1-3 يوجد أثر ذو دلالة إحصائية للتحول الرقمي على تقليل التكاليف التشغيلية في مصانع البتروكيماويات.

H1-4 يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لتطبيق التحول الرقمي على تحسين سرعة الإنجاز وتقليل الأخطاء التشغيلية في المصانع.

H1-5 يوجد فرق ذو دلالة إحصائية في تقييم كفاءة الأداء يُعزى إلى مستوى تبني المصنع للتحول الرقمي.

النظريات العلمية المتبعة لإعداد البحث

يمثل التحول الرقمي أحد الركائز الأساسية في تطوير القطاعات الصناعية وتعزيز كفاءة الأداء داخل المؤسسات، حيث يشير إلى عملية توظيف التقنيات الرقمية الحديثة مثل الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء والتحليلات الضخمة لتحسين جودة وكفاءة العمليات التشغيلية، وتقليل التكاليف وزيادة القدرة التنافسية. وقد أوضحت دراسة عبد الرحيم سيد أحمد محمد (2023) أن التحول الرقمي له أثر واضح في تحسين إنتاجية العاملين في القطاع العام من خلال تطوير نظم العمل الداخلية وإعادة هيكلة العمليات لتصبح أكثر سرعة ومرونة، وهو ما يعزز قدرة المؤسسات على تحقيق أهدافها بكفاءة في ظل بيئة متغيرة. في حين تناول زيادي وفلفلان (2024) أهمية التحول الرقمي في تحسين أداء الموظفين داخل الشركات من خلال أتمتة العمليات وتسهيل الوصول إلى المعلومات وتعزيز العمل التعاوني بين الموظفين، مما يساهم في تقليل الوقت المستغرق في العمليات الروتينية ويزيد من قدرة العاملين على التركيز في المهام ذات القيمة المضافة

أما على مستوى القطاع الصناعي، فقد تناولت عطية (2022) أثر تطبيق التحول الرقمي على تحسين الأداء الاستراتيجي للشركات الصناعية، حيث أشارت إلى أن تبني التقنيات الرقمية يساهم في تحقيق المرونة التشغيلية والقدرة على التكيف مع متطلبات السوق المتغيرة، كما يرفع من كفاءة التخطيط واتخاذ القرار المبني على البيانات الحقيقية المستخلصة من أنظمة المراقبة والتحليل الرقمية. وأكد الغني وشمعه وصالح (2023) أن التحول الرقمي يؤدي إلى تحسين فعالية الأداء التنظيمي للمؤسسات عبر تعزيز القدرة على متابعة العمليات التشغيلية بشكل لحظي وتصحيح الانحرافات فور حدوثها، الأمر الذي يرفع من مستوى الجودة والكفاءة داخل المنظمات

وفي سياق قطاع البتروكيماويات بالمملكة العربية السعودية، فقد أوضحت دراسة Ghaithan et al. (2021) أن دمج مبادئ الصناعة 4.0 مع مبادئ التصنيع الرشيق في مصانع البتروكيماويات يحقق أداءً مستدامًا من خلال تقليل الفاقد وتحسين الإنتاجية والجودة وتقليل الأثر البيئي، وهو ما ينسجم مع أهداف رؤية المملكة

2030. كما استعرضت دراسة Al-Hajri et al. (2024) في مراجعتها المنهجية واقع التحول الرقمي في قطاع النفط والغاز بدول الخليج، مؤكدة على أن التقنيات الرقمية ساعدت على تطوير أنظمة المراقبة الذكية وتحسين الصيانة التنبؤية وتقليل التكاليف التشغيلية. وأشار Alsuhaibany (2025) إلى العلاقة الوثيقة بين الابتكار الرقمي والاقتصاد الدائري، وأهمية هذه العلاقة في تحقيق التحول المستدام داخل قطاع النفط والغاز السعودي، حيث إن التقنيات الرقمية تسهم في إعادة تدوير الموارد وتقليل الانبعاثات وتعزيز الكفاءة التشغيلية. كما بين Osman et al. (2024) أن التحول الرقمي في قطاع الطاقة بالمملكة أسهم في تطوير عمليات الصيانة وتقليل التكاليف وتحقيق التوازن بين الطلب والإنتاج من خلال حلول رقمية متقدمة من خلال هذه المنطلقات النظرية، يتضح أن التحول الرقمي ليس مجرد خيار تقني، بل يمثل توجهًا استراتيجيًا لتطوير الأداء المؤسسي وتحقيق استدامة العمليات الصناعية، مما يستدعي دراسة أثره بشكل تطبيقي على مصانع البتروكيماويات في المملكة العربية السعودية لمعرفة دوره في رفع كفاءة الأداء وتعزيز القدرة التنافسية في ظل بيئة صناعية تواجه تحديات متزايدة وتحتاج إلى حلول مبتكرة لضمان الاستدامة وتحقيق الأهداف الوطنية للتنمية الاقتصادية.

الفصل الثاني

يستعرض هذا الفصل الأسس النظرية والمفاهيم الرئيسية المرتبطة بالتحول الرقمي وكفاءة الأداء في القطاع الصناعي، مع التركيز على مصانع البتروكيماويات في المملكة العربية السعودية. ويهدف هذا الفصل إلى توضيح الإطار المفاهيمي الذي تستند إليه الدراسة، من خلال تحليل مفهوم التحول الرقمي وتقنياته الحديثة، وبيان دوره في تطوير العمليات التشغيلية ورفع مستوى الكفاءة والإنتاجية. كما يتناول الفصل استعراضاً منهجياً لأبرز الدراسات السابقة التي ناقشت العلاقة بين التحول الرقمي والأداء المؤسسي، وذلك لتحديد الفجوة البحثية التي تسعى هذه الدراسة إلى معالجتها. ويسهم هذا الفصل في بناء قاعدة معرفية تدعم تفسير نتائج الدراسة وربطها بالإطار النظري والممارسات العالمية في الصناعة الحديثة.

الدراسات السابقة

يعد التحول الرقمي من أهم القضايا التي تشغل المؤسسات الصناعية في مختلف أنحاء العالم، ويأتي ذلك نتيجة للتطورات التكنولوجية المتسارعة التي فرضت على المنظمات ضرورة تبني التقنيات الحديثة لتطوير أعمالها وتحقيق الكفاءة التشغيلية والتنافسية. وفي هذا السياق قدم عبد الرحيم سيد أحمد محمد (2023) دراسة قياسية طبقت على القطاع العام في مصر هدفت إلى قياس أثر التحول الرقمي على إنتاجية العاملين، حيث أوضحت الدراسة أن التحول الرقمي أسهم في تحسين تدفق المعلومات وتقليل الوقت المستغرق في إنجاز المهام الروتينية، الأمر الذي انعكس إيجاباً على مستوى الأداء والإنتاجية للعاملين، كما بينت الدراسة أهمية وجود البنية التحتية الرقمية المناسبة لضمان تحقيق أقصى استفادة من عمليات التحول الرقمي، مشيرة إلى أن المؤسسات التي استثمرت في بناء قدراتها الرقمية استطاعت رفع كفاءة موظفيها وتمكينهم من تنفيذ مهامهم بفاعلية أكبر في بيئة تتسم بالديناميكية، وقد اعتمدت الدراسة على تحليل بيانات كمية باستخدام الأساليب الإحصائية التي ساعدت على تحديد العلاقة بين التحول الرقمي والإنتاجية، وبينت النتائج أن هناك علاقة موجبة ذات دلالة إحصائية بين مستوى التحول الرقمي ومستوى إنتاجية العاملين في المؤسسات الحكومية محل الدراسة، وهو ما يعزز أهمية التحول الرقمي كأداة استراتيجية لتحسين الأداء الوظيفي داخل المؤسسات

وفي دراسة أخرى قدمها زيادي وفلفلان (2024) حول أثر التحول الرقمي على تحسين أداء الموظفين في الشركات، تناولت الدراسة العلاقة بين تبني المؤسسات للتقنيات الرقمية ومستوى أداء الموظفين في بيئات العمل المختلفة، حيث أشار الباحثان إلى أن التحول الرقمي يسهم في تعزيز المرونة التشغيلية داخل المؤسسات من خلال أتمتة العمليات الإدارية وتحسين قنوات الاتصال الداخلي، إضافة إلى تسهيل الوصول إلى البيانات والمعلومات في الوقت المناسب، مما يرفع من قدرة الموظفين على اتخاذ القرارات بشكل أسرع وأكثر دقة، وبينت الدراسة كذلك أن التحول الرقمي يسهم في تحسين مهارات الموظفين التقنية ويزيد من قدرتهم على التكيف مع المتغيرات

التكنولوجية المستمرة، مما يعزز مستوى الأداء العام للمؤسسة، وقد أوصت الدراسة بأهمية توفير برامج تدريبية مستمرة للموظفين لضمان قدرتهم على التكيف مع متطلبات التحول الرقمي والاستفادة القصوى من الإمكانيات التي توفرها التقنيات الرقمية الحديثة في تحسين الأداء الوظيفي

كما قدمت عطية (2022) دراسة حول أثر تطبيق التحول الرقمي على تحسين الأداء الاستراتيجي للشركات الصناعية المقيدة بالبورصة المصرية، حيث هدفت الدراسة إلى معرفة مدى تأثير التحول الرقمي على تحسين أداء المؤسسات الصناعية من خلال تحسين مستوى التخطيط الاستراتيجي والعمليات التشغيلية، وأظهرت نتائج الدراسة أن التحول الرقمي يمكن أن يساهم في رفع كفاءة الأداء الاستراتيجي للمؤسسات الصناعية من خلال تمكينها من تحليل البيانات الضخمة بشكل لحظي واتخاذ القرارات المستندة إلى البيانات الدقيقة، كما بينت الدراسة أن التحول الرقمي يعزز من القدرة على إدارة سلسلة التوريد بشكل فعال وتقليل التكاليف التشغيلية وتحقيق أعلى درجات الجودة في الإنتاج، وهو ما يساهم في تعزيز الميزة التنافسية للمؤسسات الصناعية في السوق، وأكدت الدراسة كذلك على أهمية تبني سياسات واستراتيجيات داعمة للتحول الرقمي داخل المؤسسات لضمان تحقيق النتائج المرجوة من تطبيق التقنيات الرقمية

وفي دراسة ميدانية قدمها الغني وشمعه وصالح (2023) حول تحليل أثر التحول الرقمي على فاعلية الأداء التنظيمي، أشارت الدراسة إلى أن التحول الرقمي يساهم في رفع مستوى الفاعلية داخل المؤسسات من خلال تحسين أساليب الاتصال الداخلي والقدرة على متابعة العمليات التشغيلية لحظيًا عبر الأنظمة الرقمية، كما أوضحت الدراسة أن تطبيق التحول الرقمي داخل المؤسسات يساهم في تقليل الأخطاء البشرية وتحسين مستوى الرقابة على العمليات التشغيلية بما يرفع من مستوى الكفاءة والجودة، وبينت الدراسة كذلك أن التحول الرقمي يعزز من قدرة المؤسسات على الابتكار من خلال توفير بيانات دقيقة يمكن استغلالها في تطوير المنتجات والخدمات بما يلبي احتياجات السوق، كما أوصت الدراسة بأهمية توفير بيئة تنظيمية داعمة للتحول الرقمي من

خلال تطوير البنية التحتية التقنية وتعزيز الثقافة الرقمية لدى الموظفين لضمان تحقيق أعلى استفادة ممكنة من التقنيات الرقمية

وفيما يتعلق بقطاع البتروكيماويات في المملكة العربية السعودية، قدم (Ghaithan et al. (2021 دراسة هامة حول أثر الصناعة 4.0 والتصنيع الرشيق على الأداء المستدام في منظمات البتروكيماويات والبلاستيك، حيث أوضحت الدراسة أن دمج مبادئ الصناعة 4.0 مثل إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي والتحليلات الضخمة مع مبادئ التصنيع الرشيق يسهم بشكل كبير في رفع مستوى الأداء المستدام داخل المصانع، حيث تعمل هذه التقنيات على تحسين جودة الإنتاج وتقليل التكاليف التشغيلية وتقليل الانبعاثات البيئية الناتجة عن العمليات الصناعية، وأشارت الدراسة كذلك إلى أن استخدام الأنظمة الذكية يسهم في تحسين عمليات الصيانة التنبؤية وتقليل الأعطال المفاجئة في خطوط الإنتاج، مما يرفع من كفاءة التشغيل داخل مصانع البتروكيماويات، وبينت الدراسة أهمية توفير المهارات الرقمية لدى العاملين لضمان تحقيق أعلى استفادة ممكنة من التقنيات الحديثة المستخدمة في الصناعة 4.0

كما تناولت دراسة (Al-Hajri et al. (2024 مراجعة منهجية شاملة حول التحول الرقمي في قطاع النفط والغاز في منطقة الخليج العربي، حيث أكدت الدراسة أن التحول الرقمي أصبح جزءاً أساسياً من استراتيجيات التطوير في قطاع النفط والغاز بهدف تحسين الكفاءة التشغيلية وتقليل التكاليف وتحقيق أهداف الاستدامة البيئية، وأشارت الدراسة إلى أن استخدام التقنيات الرقمية مثل الذكاء الاصطناعي والتحليلات التنبؤية يسهم في تحسين عمليات الصيانة والتنبؤ بالأعطال قبل وقوعها وتقليل معدلات الانبعاثات الناتجة عن العمليات التشغيلية، كما بينت الدراسة أهمية بناء القدرات الرقمية لدى الموظفين والعمل على تطوير البنية التحتية الرقمية لضمان تحقيق الاستفادة القصوى من تقنيات التحول الرقمي في قطاع النفط والغاز

كما قدم (Alsuhaibany (2025) دراسة مهمة تناولت العلاقة بين الابتكار الرقمي والاقتصاد الدائري في تحقيق التحول المستدام داخل قطاع النفط والغاز في المملكة العربية السعودية، حيث بينت الدراسة أن الابتكار الرقمي يسهم في تعزيز مفهوم الاقتصاد الدائري من خلال تقليل الفاقد وإعادة تدوير الموارد وتحقيق الاستخدام الأمثل للطاقة، وأشارت الدراسة إلى أن التحول الرقمي يسهم في رفع كفاءة العمليات التشغيلية داخل قطاع النفط والغاز من خلال استخدام التقنيات الذكية وتحليل البيانات بشكل مستمر لتطوير العمليات وتحسين جودة المنتجات، وأكدت الدراسة على أهمية تبني الابتكار الرقمي كجزء من استراتيجيات المؤسسات لتحقيق الاستدامة والتنافسية في قطاع النفط والغاز

وفي سياق آخر قدم (Osman et al. (2024) دراسة حول أثر التحول الرقمي على قطاع الطاقة في المملكة العربية السعودية، حيث أوضحت الدراسة أن استخدام التقنيات الرقمية في قطاع الطاقة يسهم في تحسين عمليات الإنتاج والتوزيع وتقليل التكاليف التشغيلية، كما أشارت الدراسة إلى أن التحول الرقمي يعزز من قدرة قطاع الطاقة على مواجهة التحديات البيئية من خلال تطوير حلول تقنية تساهم في تحسين كفاءة استخدام الطاقة وتقليل الانبعاثات البيئية، كما بينت الدراسة أهمية تطوير القدرات البشرية في مجال التقنيات الرقمية لضمان قدرة المؤسسات على الاستفادة المثلى من إمكانيات التحول الرقمي في تحسين الأداء التشغيلي داخل قطاع الطاقة من خلال استعراض الدراسات السابقة يتضح أن التحول الرقمي يعد أداة استراتيجية لتحقيق الكفاءة التشغيلية وتحسين الأداء في مختلف القطاعات، وقد ركزت الدراسات على أهمية تطوير البنية التحتية الرقمية وتعزيز المهارات الرقمية لدى العاملين لضمان تحقيق الاستفادة القصوى من عمليات التحول الرقمي، كما أكدت الدراسات على أن التحول الرقمي يسهم في رفع مستوى الإنتاجية وتقليل التكاليف وتحقيق الأهداف البيئية من خلال تحسين العمليات التشغيلية باستخدام التقنيات الحديثة، إلا أن معظم الدراسات تركزت على قطاعات محددة مثل القطاع العام وقطاع النفط والغاز، بينما لا تزال هناك حاجة لدراسة أثر التحول الرقمي على كفاءة الأداء في مصانع

البتروكيماويات في المملكة العربية السعودية بشكل تطبيقي، مما يعزز الحاجة إلى هذه الدراسة الحالية لسد هذه الفجوة البحثية وتحليل أثر التحول الرقمي على تحسين الأداء داخل مصانع البتروكيماويات بما يتماشى مع أهداف رؤية المملكة 2030، ويسهم في تطوير استراتيجيات التحول الرقمي التي تدعم استدامة وتنافسية القطاع الصناعي في المملكة

أولاً: التعليق على الدراسات السابقة

- اتفقت الدراسات السابقة على أهمية التحول الرقمي في تحسين كفاءة الأداء والإنتاجية في المؤسسات.
- ركزت بعض الدراسات على القطاع العام والخدمات مثل دراسة عبد الرحيم سيد أحمد محمد (2023) ودراسة زيادي وفلفلان. (2024)
- تناولت بعض الدراسات الجانب الاستراتيجي والتحليلي مثل دراسة عطية (2022) ودراسة الغني وشمعه وصالح. (2023)
- ركزت الدراسات الدولية على قطاع النفط والغاز والطاقة والبلاستيك والبتروكيماويات لكنها غالباً ركزت على الصناعة 4.0 أو العلاقة مع الاستدامة وليس الأثر المباشر على كفاءة الأداء (Ghaithan et al., 2021; Al-Hajri et al., 2024; Alsuhaibany, 2025; Osman et al., 2024).
- أكدت الدراسات على أهمية البنية التحتية الرقمية والتدريب كعوامل داعمة للاستفادة من التحول الرقمي.

ثانيًا: الفجوة البحثية

- عدم توفر دراسات تطبيقية مباشرة تربط بين التحول الرقمي وكفاءة الأداء في مصانع البتروكيماويات السعودية.
- قلة الدراسات التي تربط التحول الرقمي بالأداء في القطاع الصناعي ضمن بيئة المملكة مقارنة بالدراسات على القطاعات الحكومية والخدمية.
- عدم تناول كيفية مساهمة التحول الرقمي في رفع الإنتاجية وتقليل التكاليف في مصانع البتروكيماويات بشكل تفصيلي.
- قلة الدراسات التي تربط التحول الرقمي برؤية المملكة 2030 وأهداف الاستدامة في القطاع الصناعي بشكل تطبيقي.

المبحث الأول: التحول الرقمي

يمثل التحول الرقمي أحد أبرز التحولات الجذرية التي يشهدها العالم المعاصر، إذ لم يعد مجرد إدخال أدوات تقنية في بيئة العمل، بل أصبح عملية شاملة لإعادة تصميم الطرق التي تعمل بها المؤسسات من خلال دمج التكنولوجيا المتقدمة في جميع مستوياتها التشغيلية والإدارية. ويُعرّف التحول الرقمي بأنه الانتقال من الأساليب التقليدية في الإدارة والإنتاج والخدمات إلى أساليب تعتمد على التقنيات الرقمية لرفع الكفاءة وتحسين الجودة وتعزيز القدرة التنافسية. ويرى عبد الغني وآخرون (2025) أن التحول الرقمي لا يقتصر على استخدام التكنولوجيا بقدر ما يمثل تغييراً في الثقافة التنظيمية وآليات اتخاذ القرار، حيث يؤدي إلى رفع الإنتاجية من خلال تحسين تدفق المعلومات وتقليل الزمن المستغرق لإنجاز العمليات، وهو ما أكدته نتائج دراستهم التي حللت أثر المتغيرات الرقمية على الإنتاجية الصناعية في مصر. ووفقاً لتعريفات الأدبيات الحديثة، فإن التحول الرقمي يشمل توظيف الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء والحوسبة السحابية والتحليلات الضخمة في إدارة العمليات، مما يخلق بيئات عمل أكثر مرونة واستجابة، ويسمح باتخاذ قرارات قائمة على البيانات الدقيقة.

وتبرز أهمية التحول الرقمي في المؤسسات من كونه عاملاً استراتيجياً يساهم في رفع كفاءة الأداء وتحسين الإنتاجية، حيث يسمح للمؤسسات بالاستجابة السريعة للمتغيرات التنافسية ومتطلبات السوق. وقد أكدت دراسة عبد الغني وآخرون (2025) أن الاستثمار في التحول الرقمي يساهم بشكل كبير في تعزيز إنتاجية العامل، بعدما أثبت نموذجهم القياسي أن المتغيرات الرقمية كالاشتراكات الهاتفية وانتشار الإنترنت والاستثمارات في البحث والتطوير تملك أثراً إيجابياً ودالاً إحصائياً على الإنتاجية الصناعية، ما يعكس الدور المحوري للتحول الرقمي في تحسين الأداء. وتأتي أهمية التحول الرقمي كذلك من قدرته على تحسين جودة العمليات وتقليل الأخطاء البشرية عبر أتمتة الإجراءات التقليدية، إضافة إلى تنويع القنوات المعرفية والاتصالية داخل المؤسسات. وقد أشارت دراسة

بفروخ وبوتغرين (2023) إلى أن التحول الرقمي أصبح ضرورة حتمية في ظل الثورة الصناعية الرابعة، وأن المؤسسات العربية أصبحت مضطرة إلى تبني هذا التحول لمواكبة التطورات العالمية، حيث لا يمثل التحول الرقمي خياراً بل شرطاً للبقاء والاستمرار في بيئة صناعية شديدة التنافسية. كما أوضحت الأدبيات أن التحول الرقمي يسهم في تعزيز الشفافية داخل المؤسسات من خلال توفير بيانات لحظية ودقيقة تساعد في تقليل الانحرافات وتحسين الرقابة التشغيلية، مما يعزز الثقة في القرارات الإدارية وجودة نتائجها.

ويتكون التحول الرقمي من مجموعة من التقنيات والمكونات التي تتكامل فيما بينها لتشكيل بيئة تشغيل ذكية قادرة على الاستجابة للمتغيرات وتحديد نقاط الضعف والقوة داخل المؤسسة. ويعد الذكاء الاصطناعي أحد أهم هذه التقنيات، حيث يسهم في تحليل البيانات الضخمة واستخراج الأنماط والعلاقات التي يصعب على البشر ملاحظتها، ويتيح التنبؤ بالطلب، وتحسين جودة الإنتاج، وتطوير أنظمة الصيانة التنبؤية، ما يساهم في تقليل الأعطال غير المخطط لها ورفع كفاءة المعدات. وتعتمد المؤسسات الصناعية المتقدمة على الذكاء الاصطناعي في تحسين سلاسل التوريد، وجدولة الإنتاج، وإدارة المخزون، ما ينعكس إيجاباً على خفض التكلفة وزيادة الإنتاجية. ومن جانب آخر، يأتي إنترنت الأشياء كأحد أعمدة التحول الرقمي الحديثة، حيث يسمح بربط الآلات والأجهزة والمعدات بشبكات رقمية تستطيع جمع البيانات تلقائياً وإرسالها في الوقت الفعلي، وهو ما يمكن المصانع من مراقبة عملياتها لحظياً وتحسين الأداء التشغيلي. ويوضح Wu et al. (2024) أن تقنيات إنترنت الأشياء ضمن إطار الصناعة 4.0 تتيح للمصانع التحول نحو التصنيع الذكي الذي يعتمد على أنظمة متصلة قادرة على التفاعل ذاتياً، ما يدعم تحقيق مستويات متقدمة من الأتمتة وتقليل الهدر وتحسين جودة البضائع المنتجة.

وتعد الحوسبة السحابية من التقنيات الأساسية التي أتاحت للمؤسسات مرونة كبيرة في إدارة البيانات ومعالجتها دون الحاجة إلى بنية تحتية باهظة الثمن، إذ تتيح الوصول إلى البيانات في أي وقت ومن أي مكان، وتوفر قدرات تخزين عالية وتحديثات تلقائية للبرمجيات، مما ينعكس إيجاباً على سرعة العمل وتقليل التكاليف. كما تمثل

التحليلات الضخمة أداة مهمة في التحول الرقمي، حيث تسمح بمعالجة كميات هائلة من البيانات الناتجة عن العمليات الصناعية، وتستخدم في تحسين خطوط الإنتاج، وتحسين الكفاءة التشغيلية، واتخاذ قرارات تعتمد على الأدلة الرقمية، كما أظهرت دراسة عبد الغني وآخرون (2025) التي أوضحت الدور الحيوي لتحليل البيانات في فهم العلاقة بين المتغيرات الرقمية والإنتاجية الصناعية. وتأتي أنظمة التشغيل الذكية لتكمل منظومة التحول الرقمي، حيث تعمل على دمج البيانات التي تجمعها الأجهزة الذكية وتحليلها بهدف تحسين أداء الآلات، وضبط الجودة آلياً، وتوفير بيئة تشغيلية قادرة على التكيف مع التغيرات التشغيلية بشكل فوري.

وقد أحدث التحول الرقمي تحولاً جذرياً في القطاع الصناعي عالمياً، حيث سمح بتطوير أنماط إنتاج أكثر مرونة وذكاءً، وذلك عبر اعتماد تقنيات الصناعة 4.0 التي أحدثت تكاملاً بين الأنظمة الفيزيائية والرقمية. وقد أوضحت دراسة Wu et al. (2024) أن مؤسسات التصنيع التي تعتمد على الابتكار في منتجاتها وتمتلك جاهزية رقمية عالية تكون أكثر قدرة على تحقيق مستوى متقدم من التحول الرقمي، فيما تواجه المؤسسات الصغيرة والمتوسطة تحديات أكبر في هذا المجال بسبب محدودية الموارد، وهو ما يشير إلى أن التحول الرقمي يمثل عملية معقدة تتطلب استعداداً تنظيمياً وتكنولوجياً. كما بينت الدراسة نفسها أن حجم المؤسسة يلعب دوراً مهماً في سرعة تحولها الرقمي، حيث أظهرت نتائج المسح الذي شمل 139 مصنعاً أن المصانع الكبرى أكثر قدرة على الاستثمار في تقنيات الصناعة 4.0 مقارنة بالمؤسسات الأصغر حجماً، التي تحتاج إلى استراتيجيات مختلفة تتناسب مع قدرتها المالية والهيكلية. ومن ناحية أخرى، يؤكد بفروخ وبوتغرين (2023) أن التحول الرقمي في العالم العربي يواجه تحديات تتعلق بالبنية التحتية الرقمية وضعف الاستثمار في التقنيات المتقدمة، إضافة إلى مقاومة التغيير داخل العديد من المؤسسات الصناعية التي ما تزال تعتمد على أساليب تقليدية في الإدارة والإنتاج.

وعلى الرغم من الفوائد الكبيرة التي يوفرها التحول الرقمي، إلا أنه يواجه مجموعة من التحديات التي قد تعيق تطبيقه بفاعلية داخل المؤسسات. ومن أبرز هذه التحديات التكلفة المرتفعة لتبني تقنيات متقدمة مثل الذكاء

الاصطناعي وإنترنت الأشياء، إضافة إلى الحاجة إلى خبرات بشرية مؤهلة قادرة على التعامل مع الأنظمة الرقمية وإدارة البيانات الضخمة. وتشير دراسة (Wu et al. (2024 إلى أن البيئة التشغيلية المعقدة في المصانع تجعل من تطبيق الصناعة 4.0 أمرًا يتطلب إعادة هيكلة العمليات، وهو ما يمثل تحديًا للمؤسسات التي تمتلك خطوط إنتاج تقليدية يصعب تحديثها بالكامل. كما تمثل مقاومة التغيير من قبل الموظفين تحديًا إضافيًا، إذ يحتاج التحول الرقمي إلى تغيير في الثقافة التنظيمية وتبني أساليب جديدة في العمل، مما يتطلب برامج تدريبية واجتماعات توعوية لتعزيز تقبل العاملين لهذه التغيرات. وتضيف دراسة بفروخ وبوتغرين (2023) أن المؤسسات العربية تواجه فجوة في المعرفة الرقمية وفي القدرة على تطوير تطبيقات الصناعة 4.0، مما يتطلب وضع استراتيجيات وطنية لدعم التحول الرقمي وتطوير القدرات البشرية في هذا المجال، إضافة إلى الاستثمار في البنية التحتية الرقمية والتشريعات الداعمة.

ومن ناحية اقتصادية، يشير عبد الغني وآخرون (2025) إلى أن تبني التحول الرقمي يمكن أن يكون دافعًا قويًا لتحقيق النمو الصناعي، إذ أظهرت نتائج دراستهم أن جميع المتغيرات الرقمية المدروسة لها تأثير إيجابي ومؤثر على إنتاجية العامل في مصر، وأن النموذج الذي استخدموه يملك قوة تفسيرية عالية بلغت 0.95، مما يعكس الدور المحوري للتحول الرقمي في تفسير التغيرات في الإنتاجية الصناعية. وتبين هذه النتيجة أن التحول الرقمي ليس مجرد أداة لتحسين العمليات، بل يمثل عنصرًا رئيسيًا لتحقيق التنمية الصناعية المستدامة، حيث يسمح بخلق بيئة تشغيلية تعتمد على تحليل البيانات والابتكار، مما يعزز القدرة على مواجهة التحديات الاقتصادية والتكنولوجية. وبذلك يمكن القول إن التحول الرقمي يمثل مرحلة جديدة من مراحل التطور الصناعي، تعتمد على الدمج بين الأنظمة الفيزيائية والرقمية، وتقدم فرصًا واسعة لتطوير الأداء ورفع الإنتاجية، لكنه في الوقت ذاته يحتاج إلى جهود تنظيمية واستراتيجية لضمان تطبيقه بشكل يتناسب مع احتياجات المؤسسة وظروفها الداخلية والخارجية.

المبحث الثاني: كفاءة الأداء

تعد كفاءة الأداء من المفاهيم المركزية في العلوم الإدارية والهندسية لما لها من دور محوري في تحسين القدرات الإنتاجية للمؤسسات الصناعية وتعزيز قدرتها على المنافسة في بيئات تتسم بالتغير السريع وارتفاع مستوى التحديات. ويقصد بكفاءة الأداء مدى قدرة المؤسسة على توظيف الموارد المتاحة، سواء كانت موارد بشرية أو تقنية أو مالية، لتحقيق أعلى مستوى ممكن من الإنتاجية بأقل تكلفة وأعلى جودة. وتشير الدراسات إلى أن كفاءة الأداء لا تتعلق فقط بتحقيق مخرجات مرتفعة، وإنما بالقدرة على تحقيق التوازن بين جودة العمليات التشغيلية والسرعة في الإنجاز والاستخدام الأمثل للموارد. ويُعرّف بعض الباحثين كفاءة الأداء بأنها "القدرة على تحقيق الأهداف التشغيلية بمستوى عالٍ من الفاعلية مع تجنب الهدر والتقليل من الانحرافات التشغيلية" وهو ما يتسق مع ما أكدته بن قسيمي وبن الزاري (2018) في دراستهم الميدانية حول الكفاءة الإنتاجية في المؤسسات الصناعية، حيث اعتبروا الكفاءة نتاجاً مباشراً لمجموعة من العوامل الإدارية والتنظيمية والبشرية والتقنية التي تتفاعل فيما بينها لتحديد مستوى أداء المؤسسة.

وتبرز أهمية كفاءة الأداء باعتبارها مؤشراً رئيسياً على مدى قدرة المؤسسات على مواجهة المنافسة وتحقيق الاستفادة التشغيلية. إذ تعتمد المصانع الحديثة على أنظمة تشغيل متطورة تستند إلى البيانات الضخمة والتحليلات المتقدمة، ما يجعل قياس مستوى الكفاءة أمراً ضرورياً لتوجيه القرارات الإدارية وتحديد مجالات التحسين. وتؤكد شريف (2023) في دراستها حول كفاءة الإنتاجية في القطاع الصناعي المصري أن المؤسسات التي تستثمر في تحسين كفاءة عمليات الإنتاج وتطوير نظم الرقابة والجودة تكون أكثر قدرة على تحقيق التنمية المستدامة وزيادة قدرتها التنافسية. كما أوضحت أن تحقيق الكفاءة التشغيلية يرتبط بتحسين القدرة على اتخاذ القرارات الاستراتيجية ورفع مستوى الالتزام بالمعايير الدولية، وهو ما يعزز الجودة ويحد من الهدر ويزيد قدرة المؤسسة على خلق قيمة مضافة لمنتجاتها. وتضيف الأدبيات الحديثة أن كفاءة الأداء تمثل حجر الأساس في تحقيق التوازن بين زيادة الإنتاج وتقليل

الأثر البيئي، حيث تؤدي الممارسات التشغيلية عالية الكفاءة إلى خفض مستويات الانبعاثات وتقليل استخدام الطاقة وتحسين كفاءة سلسلة التوريد، وهو ما يتوافق مع توجهات الصناعة الحديثة ومعايير إنتاج أكثر استدامة وصدقة للبيئة.

ويكتسب موضوع كفاءة الأداء أهمية مضاعفة في القطاع الصناعي نظرًا لكونه يعتمد على عمليات معقدة تتفاعل فيها عوامل بشرية وفنية وتقنية بشكل مستمر، مما يجعل مستوى الكفاءة مؤشرًا حساسًا لحالة المؤسسة وقدرتها على التكيف والاستجابة للمتغيرات. وتشير دراسة (Lewicki et al. (2025 إلى أن تحسين كفاءة العمليات الإنتاجية يتطلب معالجة مصادر الهدر عبر تحليل البيانات التشغيلية واستخدام أدوات التحسين مثل مخططات باريتو وطرق ABC لتحديد أولويات التدخل. كما بينت الدراسة أن إعادة تنظيم خطوط الإنتاج وتدريب العاملين واستخدام أدوات وآلات أكثر تطورًا يؤدي إلى تقليل الوقت الضائع وتحسين معدلات الإنتاج، وأن المؤسسات التي تعتمد على أساليب التحسين المستمر تحقق مستويات أعلى بكثير من الكفاءة مقارنة بالمؤسسات التي تفتقر إلى الثقافة التنظيمية الداعمة للتطوير. وتدعم هذه النتائج ما ذهبت إليه دراسات أخرى تؤكد أن رفع الكفاءة الإنتاجية لم يعد مرتبطاً فقط بزيادة الجهد البشري، بل أصبح يعتمد إلى حد كبير على دمج التكنولوجيا وتطوير الكفاءات الرقمية للعاملين وتحسين تدفق المعلومات داخل المؤسسة.

ويزداد الاهتمام بكفاءة الأداء في قطاع البتروكيماويات بشكل خاص نظرًا لطبيعة هذا القطاع الذي يعتمد على عمليات تشغيلية معقدة تتطلب دقة عالية وكفاءة في استهلاك الطاقة، إضافة إلى تكاليف تشغيل مرتفعة وهامش خطأ ضيق جدًا. وتعد صناعة البتروكيماويات من أكثر الصناعات حساسية لأي خلل في الأداء الفني أو التشغيلي بسبب الترابط الوثيق بين وحدات التشغيل وارتفاع درجة المخاطر في حال حدوث أعطال. ولذلك فإن رفع كفاءة الأداء في هذا القطاع يمثل ضرورة استراتيجية لتقليل التكاليف التشغيلية وتقليل الفاقد وتحسين استهلاك الطاقة وزيادة عمر المعدات. وتوضح العديد من الدراسات الدولية أن كفاءة الأداء في صناعة البتروكيماويات

ترتبط بشكل مباشر بمدى تطبيق تقنيات التشغيل الذكي وأنظمة الصيانة التنبؤية التي تعتمد على تحليل البيانات الضخمة. كما تؤكد الأدبيات أن تطبيق تقنيات الصناعة 4.0 يسهم في تحسين أداء المصانع من خلال مراقبة العمليات لحظيًا وتحديد الانحرافات التشغيلية فور حدوثها، مما يقلل من احتمالية توقف خطوط الإنتاج ويزيد من القدرة على التنبؤ بالمشكلات قبل وقوعها.

وتشير الدراسات كذلك إلى أن رفع كفاءة الأداء في المصانع البتروكيمياوية ينعكس إيجابًا على مؤشرات أخرى مثل الجودة والسلامة والموثوقية، حيث يؤثر ارتفاع كفاءة التشغيل على تقليل احتمالات الحوادث الصناعية، خاصة أن هذا القطاع يعتمد على مواد كيميائية قابلة للاشتعال أو التفاعل. ومن ناحية أخرى، فإن كفاءة الأداء ترتبط أيضًا بالقدرة على تحقيق مزايا تنافسية في الأسواق العالمية، إذ تعتمد شركات البتروكيمياويات على قدرتها على تقديم منتجات عالية الجودة بتكاليف تنافسية، وهذا لا يتحقق إلا عبر مستويات أداء تشغيلية عالية. وتؤكد الأدبيات أن الشركات التي تطبق استراتيجيات التحسين المستمر وإدارة الجودة الشاملة تحقق مستويات أعلى من الإنتاجية وانخفاضاً أكبر في التكاليف التشغيلية.

وتتعدد العوامل المؤثرة في كفاءة الأداء الصناعي وفق ما توصلت إليه الدراسات الميدانية والتطبيقية، إذ تبين أن العوامل الإدارية والتنظيمية تلعب دورًا رئيسيًا في رفع الكفاءة، وتشمل القيادة الفعالة، نظم اتخاذ القرار، أساليب التحفيز، وإدارة الموارد. وقد أوضح بن قسمي وبن الزاري (2018) في دراستهم أن العوامل الإدارية والتنظيمية جاءت في المرتبة الأولى من حيث تأثيرها على الكفاءة الإنتاجية، حيث بينت النتائج وجود علاقة ارتباط قوية بين هذه العوامل وبين الكفاءة، وأن المؤسسات التي تتبنى أساليب الإدارة الحديثة وتولي اهتمامًا أكبر لتحسين بيئة العمل وتطوير العلاقات الإنسانية تحقق مستويات أعلى من الكفاءة. كما أشارت الدراسة نفسها إلى أن العوامل البشرية تمثل عنصرًا حاسمًا في رفع الكفاءة، إذ تعتمد العمليات الصناعية على كفاءات العاملين وخبراتهم

وقدرتهم على التكيف مع التغيرات التكنولوجية، مما يستدعي الاستثمار في التدريب والتطوير المستمر لضمان مواكبة العاملين للتقنيات الحديثة.

وبالإضافة إلى العوامل البشرية والإدارية، تلعب العوامل التقنية دورًا جوهريًا في تحديد مستوى كفاءة الأداء الصناعي، حيث تعد التكنولوجيا المتقدمة والأتمتة والروبوتات الصناعية وأنظمة التحكم الذكية من أهم العناصر التي تسهم في زيادة الإنتاجية وتقليل الأخطاء وتحسين جودة المنتجات. وتشير دراسة Lewicki et al. (2025) إلى أن استخدام أدوات التحسين القائمة على البيانات، مثل التنبؤات الإحصائية والاختبارات التقييمية، أدى إلى نتائج ملموسة في رفع كفاءة العمليات في قطاع تصنيع قطع الغيار، حيث مكنت هذه الأدوات من تحليل مراحل الإنتاج قبل وبعد تطبيق أدوات التحسين لتحديد أثرها بدقة. وتبين من نتائج الدراسة أن إعادة تصميم إجراءات العمل واستخدام آلات أكثر تطورًا وتوفير التدريب المناسب للعاملين كان له تأثير كبير على تقليل الوقت الضائع وتحسين الإنتاجية بشكل ملحوظ. وتدعم هذه النتائج ما أشارت إليه دراسات أخرى أكدت أن الاستثمار في التكنولوجيا الحديثة ينعكس بشكل مباشر على كفاءة الأداء من خلال تقليل الأعطال وزيادة القدرة على مراقبة العمليات وتحسين جودة البيانات التشغيلية.

ومن جانب آخر، تؤثر البيئة التنافسية في الأسواق العالمية تأثيرًا كبيرًا على كفاءة الأداء الصناعي، إذ تشير دراسة Handoyo et al. (2023) إلى أن المؤسسات التي تعمل في بيئات تتسم بارتفاع مستوى المنافسة تكون أكثر حرصًا على تحسين كفاءة عملياتها التشغيلية لضمان قدرتها على التنافس، وأن المؤسسات ذات الاستراتيجيات الاستباقية تحقق مستويات أداء أعلى مقارنة بالمؤسسات التي تتبنى استراتيجيات دفاعية. كما أظهرت الدراسة أن زيادة حدة المنافسة تؤدي إلى تعزيز الابتكار وتحسين الكفاءة التشغيلية ورفع جودة المنتجات، وأن المؤسسات ذات الملكية الأجنبية غالبًا ما تتمتع بمستويات أداء أعلى نتيجة لامتلاكها خبرات أكبر واستثمارات أعلى في التكنولوجيا.

وبذلك يتضح أن كفاءة الأداء الصناعي ليست نتاجاً لعامل واحد بل هي نتيجة تفاعل مجموعة من العوامل التنظيمية والبشرية والتقنية والسوقية، وأن المؤسسات التي تنجح في دمج هذه العناصر ضمن استراتيجية متكاملة لتحقيق الكفاءة تكون الأكثر قدرة على المنافسة والاستدامة. كما تشير الأدبيات إلى أن تطوير نظم الرقابة التشغيلية وتحسين الاتصال الداخلي ورفع مستوى الالتزام بالمعايير الدولية للإنتاج يعد من أهم العوامل التي تسهم في تحسين الكفاءة الإنتاجية. ومن خلال تحليل الأدبيات المتاحة، يمكن القول إن كفاءة الأداء تمثل مؤشراً شاملاً يعكس قدرة المؤسسة على تحقيق قيمة مضافة من خلال الاستخدام الأمثل للموارد، وأن رفع هذه الكفاءة يتطلب تبني ممارسات حديثة في الإدارة والتشغيل، إضافة إلى الاستثمار في التكنولوجيا وتطوير مهارات العاملين.

المبحث الثالث : العلاقة بين التحول الرقمي وكفاءة الأداء

تشكل العلاقة بين التحول الرقمي وكفاءة الأداء أحد أهم المحاور التي تناقشها الأدبيات الإدارية المعاصرة، حيث يُنظر إلى التحول الرقمي اليوم باعتباره محركاً رئيسياً لتحسين الإنتاجية والجودة والقدرة على المنافسة. وقد أصبحت المنظمات الصناعية والخدمية على حد سواء تعتمد بشكل متزايد على التقنيات الرقمية لتطوير عملياتها وتعزيز مستوى الأداء التنظيمي، وذلك نتيجة للتغيرات المتسارعة في بيئة الأعمال العالمية. ويشير زيادي وفلفلان (2024) إلى أن التحول الرقمي لم يعد خياراً تكميلياً، بل ضرورة استراتيجية تؤثر مباشرة في أداء الموظفين وكفاءة عمليات الإدارة، حيث يساهم في تحسين التدفق الرقمي للمعرفة وتبسيط الإجراءات بما يؤدي في النهاية إلى رفع مستوى الإنجاز. وتوضح الأدبيات أن تبني التحول الرقمي يسمح للمؤسسات بخلق قيمة تشغيلية أكبر من خلال إعادة تصميم العمليات وتطبيق أدوات رقمية متقدمة قادرة على زيادة فعالية العمل وتقليل الخطأ البشري وتحقيق سرعة أعلى في إنجاز المهام.

ويمثل تأثير التحول الرقمي على الإنتاجية أحد أكثر الجوانب التي تناولتها الدراسات، وذلك لأن الإنتاجية تعد مؤشراً جوهرياً لقياس الأداء الفعلي لأي مؤسسة أو قطاع صناعي. وقد أوضحت دراسات عديدة أن استخدام

التكنولوجيا الرقمية يسهم في تحسين الإنتاجية من خلال تعزيز القدرة على جمع البيانات، وزيادة سرعة تحليلها، واتخاذ قرارات مبنية على معلومات دقيقة. وتؤكد نتائج دراسة زيادي وفلفلان (2024) أن التحول الرقمي يعزز أداء الموظفين في الشركات من خلال تحسين الاتصال الداخلي وتسهيل الوصول إلى المعلومات، مما يؤدي إلى تسريع عمليات الإنجاز وتقليل الوقت الضائع. كما أن استخدام أنظمة العمل الرقمية يساعد على تقليل الأخطاء وتحسين توجيه الجهود نحو الأعمال ذات القيمة العالية بدلاً من الأعمال الروتينية التي يمكن أتمتتها بسهولة. ومن منظور اقتصادي، تؤكد الأدبيات أن التحول الرقمي يسهم في خلق بيئات تشغيلية تعتمد بشكل كبير على التوقعات الدقيقة وسيناريوهات التحليل المستندة إلى البيانات، وهو ما ينعكس في زيادة القدرة الإنتاجية وتقليل الانقطاعات في سير العمل. وتظهر هذه العلاقة بشكل أوضح في القطاعات التي تعتمد على العمليات كثيفة البيانات مثل المصارف، حيث أثبتت دراسة دبنون والجعدي (2023) أن التحول الرقمي كان له تأثير دال إحصائياً على الأداء الوظيفي، مما يؤكد أن العاملين في المؤسسات التي تطبق التحول الرقمي يحققون إنتاجية أعلى نتيجة توفر الأدوات التقنية التي تبسط العمليات وتسرع الإنجاز.

ويرتبط التحول الرقمي كذلك بتحسين جودة العمليات داخل المؤسسات، حيث تلعب التقنيات الحديثة دوراً حاسماً في دعم مراقبة العمليات التشغيلية والارتقاء بأداء الأجهزة والأنظمة المستخدمة في الإنتاج. وتوضح دراسة كشك والقيرواني وعبد الرحيم (2024) أن التحول الرقمي يمثل متغيراً وسيطاً يعزز العلاقة بين نظم العمل عالية الأداء وجودة الخدمة، إذ يؤدي استخدام الأنظمة الرقمية إلى تحسين طرق تنفيذ العمليات وخفض مستوى الأخطاء وزيادة القدرة على متابعة المشكلات التشغيلية في الوقت الحقيقي. وتؤكد هذه الدراسة أن جودة العمليات ترتفع بشكل ملحوظ في المؤسسات التي تعتمد على أدوات رقمية حديثة، وذلك من خلال إمكانية تتبع مراحل العملية الإنتاجية بدقة، وتحسين أساليب فحص الجودة، ومعالجة المشكلات التي تظهر أثناء التشغيل بشكل فوري. ومن ناحية أخرى، يساهم التحول الرقمي في دعم الأنشطة التحليلية التي تعتمد على تتبع البيانات،

حيث تسمح الأنظمة الرقمية بتجميع معلومات كبيرة حول التشغيل والأداء، وتحليلها فوراً لتحديد العيوب والتنبؤ بالانحرافات. وتنعكس هذه القدرات بشكل مباشر على رفع جودة العمليات، لا سيما في البيئات التي تتطلب دقة عالية مثل قطاع العمليات المصرفية أو الجامعية، وهو ما أشارت إليه دراسة كاشك وآخرون (2024) التي تؤكد أهمية تفعيل الأنظمة الرقمية لرفع جودة الخدمات الجامعية وتحسين أداء العاملين.

أما فيما يتعلق بدور التحول الرقمي في تقليل التكاليف التشغيلية، فقد أولت الدراسات اهتماماً كبيراً لهذا الجانب نظراً لما يترتب على خفض التكاليف من آثار اقتصادية واستراتيجية إيجابية تعزز القدرة التنافسية للمؤسسة. وتؤكد الأدبيات أن التحول الرقمي، عبر استخدام الأنظمة الذكية والأتمتة والتحليلات المتقدمة، يساهم في تقليل الأخطاء البشرية وتقليل الوقت والجهد المبذول في العمليات، مما يؤدي إلى خفض التكلفة الإجمالية للإنتاج. وقد أوضحت دراسة غنيم وأحمد ومقرض (2023) أن التحول الرقمي يؤثر بشكل مباشر على الأداء المؤسسي من خلال رفع كفاءة العنصر البشري وتطوير أساليب التشغيل، مما ينعكس في تكاليف تشغيلية أقل وفعالية تشغيلية أعلى. كما بينت الدراسة أن المؤسسات التي تستثمر في التقنيات الرقمية تحقق مستوى أعلى من البراعة التنظيمية، ما يساعدها على استغلال الموارد المتاحة بكفاءة أكبر وتقليل الهدر في الوقت والمواد. وتظهر أهمية التحول الرقمي في خفض التكاليف بشكل واضح في المؤسسات الكبيرة، حيث تساهم الأنظمة الرقمية في تحسين إدارة المستودعات، وتقليل الفاقد في الإنتاج، وتحسين الجداول الزمنية للتسليم، مما يؤدي إلى خفض التكاليف اللوجستية والتشغيلية.

ويبرز التحول الرقمي كذلك في مجال دعم الاستدامة الصناعية، إذ أصبحت الاستدامة أحد العناصر الأساسية التي تسعى المؤسسات الحديثة إلى تحقيقها نتيجة للضغوط التنظيمية والبيئية العالمية. وتوضح الأدبيات أن التحول الرقمي يساهم في دعم الاستدامة من خلال تحسين كفاءة استهلاك الطاقة، وتقليل الانبعاثات الناتجة عن العملية الإنتاجية، وتطوير ممارسات إنتاج صديقة للبيئة. كما يساهم في تحسين الدقة التشغيلية وتقليل الأخطاء التي قد

تؤدي إلى استخدام مفرط للموارد، إضافة إلى دعم جهود إعادة التدوير من خلال تتبع المواد داخل الدورة الإنتاجية. وتؤكد نتائج دراسة زيادي وفلفلان (2024) أن التحول الرقمي يعزز من جودة الأداء داخل الشركات، مما يساهم في تحسين الاستخدام الأمثل للموارد وتقليل الهدر، وهو ما يرتبط مباشرة بمتطلبات الاستدامة الحديثة. كما تشير دراسة دبنون والجعدي (2023) إلى أن التحول الرقمي له دور مهم في تحسين الأداء الوظيفي داخل المصارف، وهو ما ينعكس بشكل غير مباشر على تحسين سلاسل القيمة وتقليل الأثر البيئي للعمليات المالية التي تعتمد في كثير من جوانبها على استهلاك الموارد الورقية والطاقة. أما دراسة غنيم وآخرون (2023) فقد أكدت أن التحول الرقمي يؤدي إلى رفع مستوى الكفاءة المؤسسية، وأن البراعة التنظيمية التي تنشأ بفعل التطوير التكنولوجي تمثل وسيلة لتعزيز الاستدامة التشغيلية على المدى الطويل.

وبشكل عام، يمكن القول إن التحول الرقمي أصبح القوة المحركة الأساسية لتحسين الأداء في المؤسسات الصناعية والخدمية، حيث يؤدي إلى رفع الإنتاجية، وتحسين جودة العمليات، وخفض التكاليف التشغيلية، ودعم الاستدامة من خلال الاستخدام الأمثل للموارد. وتوضح الأدبيات أن العلاقة بين التحول الرقمي وكفاءة الأداء ليست علاقة أحادية الاتجاه، بل علاقة تفاعلية تتأثر بمجموعة من العوامل التنظيمية والتقنية والبشرية. وتشير الدراسات بوضوح إلى أن الأثر الإيجابي للتحول الرقمي على الأداء يعتمد على مدى جاهزية المؤسسة لتبني التكنولوجيا، ومستوى تدريب العاملين، والقدرة على إعادة تصميم العمليات بما يتوافق مع الأنظمة الرقمية الجديدة. ومن ثم فإن المؤسسات التي تسعى للاستفادة من التحول الرقمي بشكل فعال تحتاج إلى بناء استراتيجية متكاملة تشمل الاستثمار في التكنولوجيا وتطوير الموارد البشرية وتعزيز الابتكار التنظيمي. وتؤكد الأدبيات أن العلاقة بين التحول الرقمي وكفاءة الأداء ستظل محوراً أساسياً في النقاشات البحثية المستقبلية، خاصة مع التقدم السريع في تقنيات الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء وتحليلات البيانات، التي سيكون لها تأثير أكبر على طبيعة العمل ومستوى النتائج التشغيلية في مختلف القطاعات.

نموذج الدراسة

جدول 1 نموذج الدراسة

نوع المتغير	اسم المتغير	التعريف الإجرائي
المتغير المستقل	التحول الرقمي (Digital Transformation)	درجة تبني المصنع للتقنيات الرقمية وتوظيفها في تحسين العمليات التشغيلية والإنتاجية.
استخدام أنظمة الذكاء الاصطناعي		
إنترنت الأشياء في التشغيل		
الأتمتة والرقمنة		
التحليلات الضخمة والبيانات		
الحوسبة السحابية		
المتغير التابع	كفاءة الأداء (Performance Efficiency)	مدى قدرة المصنع على تحسين الإنتاجية، تقليل الهدر، ورفع جودة العمليات باستخدام الموارد المتاحة.
متغيرات ديموغرافية	العمر - الخبرة - المستوى الوظيفي - المؤهل العلمي	خصائص العينة المشاركة في الدراسة.

الفصل الثالث

يهدف هذا الفصل إلى توضيح المنهجية التي اعتمدت عليها الدراسة في فحص أثر التحول الرقمي على كفاءة الأداء في مصانع البتروكيماويات في المملكة العربية السعودية، وذلك من خلال عرض المنهج العلمي المتبع، وأداة جمع البيانات، وعينة الدراسة، والإجراءات التي تم اتخاذها لضمان صدق وثبات الأداة. ونظرًا للطبيعة التطبيقية للموضوع، فقد اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي الذي يعد الأنسب لبحث العلاقات بين المتغيرات وتفسير الظاهرة محل الدراسة بناءً على آراء العاملين داخل المصانع. وتم استخدام الاستبيان كأداة رئيسية لجمع البيانات، لكونه من أكثر الأدوات ملاءمة لقياس الاتجاهات والتصورات المتعلقة بمستوى تطبيق التحول الرقمي وتأثيره على كفاءة الأداء.

المنهجية وطرق البحث

أولاً: منهج الدراسة

يعتمد هذا البحث على المنهج الوصفي التحليلي، وهو المنهج الأنسب لدراسة الظواهر الإدارية وتحليل العلاقات بين المتغيرات. وقد تم الاعتماد عليه بهدف وصف مستوى تطبيق التحول الرقمي في مصانع البتروكيماويات بالمملكة العربية السعودية، وتحليل أثر هذا التطبيق على كفاءة الأداء. ويساعد هذا المنهج في جمع بيانات واقعية من الميدان وتحويلها إلى مؤشرات كمية يمكن تفسيرها واستخدامها في اختبار الفرضيات. كما يتيح تحليلاً دقيقاً لآراء العاملين حول تأثير التقنيات الرقمية في تحسين الأداء التشغيلي، الإنتاجية، الجودة، وتقليل التكاليف.

ثانياً: أدوات الدراسة

اعتمدت الدراسة على الاستبانة بوصفها الأداة الرئيسة لجمع البيانات الميدانية. وقد تم تصميم الاستبيان ليتوافق مع أهداف الدراسة ومحاورها، وتشمل ثلاثة أجزاء رئيسة:

1. الجزء الأول: يتضمن أربعة أسئلة ديموغرافية (العمر، المستوى التعليمي، سنوات الخبرة، المسمى الوظيفي).

2. الجزء الثاني: يضم 16 عبارة مبنية وفق مقياس ليكرت الخماسي، موزعة على محوري التحول الرقمي وكفاءة الأداء.

وتم عرض الاستبيان على عدد من المحكمين المتخصصين للتأكد من صدق المحتوى ووضوح العبارات، كما تمت صياغته بلغة مبسطة تتناسب مع جميع المستويات الوظيفية.

ثالثاً: مجتمع الدراسة وعينتها

يتكون مجتمع الدراسة من العاملين والإداريين في مصانع البتروكيماويات في المملكة العربية السعودية. أما العينة فهي عينة قصدية تضم (100) مشاركاً ممن لديهم علاقة مباشرة بالعمليات التشغيلية أو التعامل مع الأنظمة الرقمية داخل المصانع. وتم اختيار هذا النوع من العينات لضمان الحصول على بيانات دقيقة وصادقة تعكس واقع التحول الرقمي في بيئة العمل الصناعية. كما روعي تنوع المشاركين من حيث العمر، الخبرة، والمستويات الإدارية لضمان تمثيل متوازن للعينة.

رابعاً: إجراءات جمع البيانات

تم توزيع الاستبيان على أفراد العينة باستخدام طريقتين:

- التوزيع الإلكتروني عبر روابط استبيان إلكتروني،
 - والتوزيع الورقي داخل بيئة العمل
- وذلك وفق ظروف كل مصنع لضمان الوصول إلى أكبر عدد ممكن من العاملين وتحقيق معدل استجابة مرتفع.

كما تم التأكيد للمشاركين على سرية البيانات واستخدامها فقط لأغراض بحثية.

خامساً: الأساليب الإحصائية المستخدمة

تم تحليل البيانات باستخدام برنامج **SPSS**، من خلال مجموعة من الأساليب الإحصائية المناسبة، تشمل:

- التكرارات والنسب المئوية لتحليل البيانات الديموغرافية،
- المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لقياس مستوى الموافقة على بنود الاستبيان،

- معامل الارتباط (Pearson Correlation) لدراسة قوة العلاقة بين المتغيرات،
 - تحليل الانحدار لقياس تأثير التحول الرقمي على كفاءة الأداء واختبار فرضيات الدراسة.
- وقد تم اختيار هذه الأساليب نظرًا لقدرتها على تقديم نتائج دقيقة تتوافق مع طبيعة الدراسة وهدفها التحليلي.

سادساً: حدود الدراسة

1. الحدود الموضوعية

- تركز الدراسة على موضوع "أثر التحول الرقمي على كفاءة الأداء" فقط.
- لا تتناول المتغيرات الأخرى المحتملة المؤثرة على الأداء الصناعي.

2. الحدود المكانية

- أجريت الدراسة في مصانع البتروكيماويات داخل المملكة العربية السعودية فقط.

3. الحدود الزمانية

- تم تنفيذ الدراسة خلال العام الأكاديمي 2025/2026.

4. الحدود البشرية

- اقتصرت العينة على 100 موظفًا وإداريًا من العاملين ذوي العلاقة المباشرة بالعمليات التشغيلية والتحول الرقمي.

الفصل الرابع

يُعنى هذا الفصل بعرض وتحليل نتائج الدراسة الميدانية التي أُجريت لقياس أثر التحول الرقمي على كفاءة الأداء في مصانع البتروكيماويات في المملكة العربية السعودية. ويُعد هذا الفصل من أهم فصول البحث، إذ يتم فيه تحويل البيانات التي جُمعت عبر الاستبيان إلى مؤشرات كمية يمكن تفسيرها بما يخدم أهداف الدراسة ويفحص صحة الفرضيات المطروحة. وقد تم استخدام مجموعة من الأساليب الإحصائية المناسبة لطبيعة البيانات، مثل التكرارات والنسب المئوية والمتوسطات الحسابية والانحراف المعياري، إضافة إلى اختبارات الارتباط والانحدار لقياس العلاقة بين المتغير المستقل (التحول الرقمي) والمتغير التابع (كفاءة الأداء).

ويركز هذا الفصل على تحليل خصائص العينة أولاً، ثم تقديم نتائج كل محور من محاور الدراسة بشكل منظم يوضح مستوى تبني التقنيات الرقمية في المصانع، ومدى انعكاس ذلك على الإنتاجية وجودة العمليات وتقليل التكاليف التشغيلية وسرعة الإنجاز. كما يتضمن الفصل تفسير النتائج في ضوء الدراسات السابقة والواقع الصناعي، مما يساعد في تكوين صورة واضحة ومتكاملة عن واقع التحول الرقمي في قطاع البتروكيماويات. وبذلك يشكل هذا الفصل الأساس الذي سَتبنى عليه المناقشة النهائية والتوصيات العملية في الفصل اللاحق.

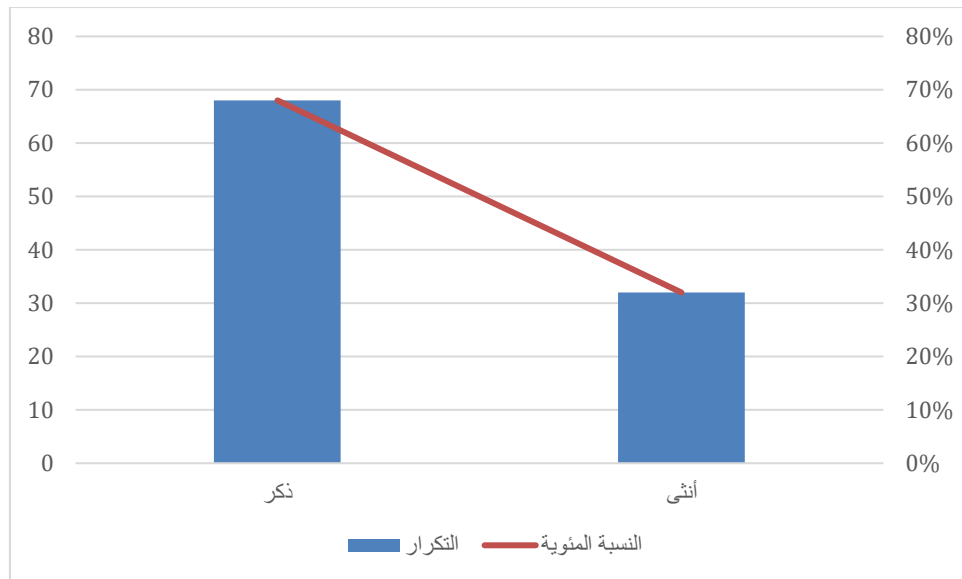
تحليل البيانات

البيانات الديموغرافية

يهدف تحليل البيانات الديموغرافية إلى تقديم صورة واضحة وشاملة عن خصائص المشاركين في الدراسة، بما يساعد في تفسير نتائج البحث المتعلقة بأثر التحول الرقمي على كفاءة الأداء في مصانع البتروكيماويات في المملكة العربية السعودية. وتمثل البيانات الديموغرافية جزءاً أساسياً في تحليل النتائج، إذ إنها تسهم في فهم السياق الذي جُمعت فيه البيانات، ومدى تمثيل العينة لبيئة العمل الصناعية محل الدراسة. وقد تم تحليل هذه البيانات اعتماداً على جداول التكرارات والنسب المئوية، والتي توضح التوزيع العددي والنسبي لمتغيرات الجنس، العمر، المستوى التعليمي، وسنوات الخبرة.

أولاً: توزيع العينة حسب الجنس

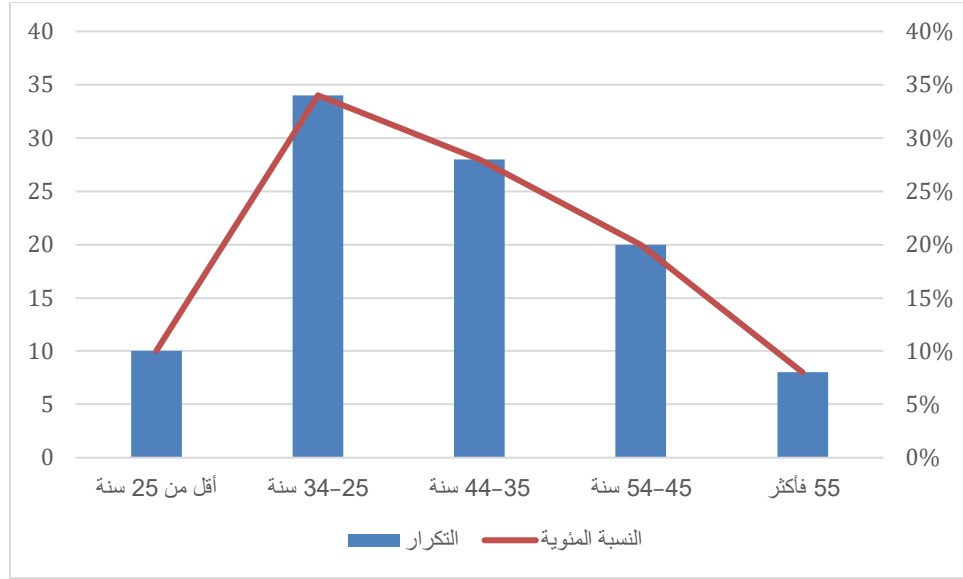
يشير توزيع العينة إلى أن غالبية المشاركين من الذكور بنسبة 68%، مقابل 32% من الإناث. ويعكس هذا التوزيع الطبيعة العامة لقطاع البتروكيماويات، الذي يعتمد بشكل كبير على الوظائف التشغيلية والفنية التي يغلب عليها الطابع الذكوري، سواء لأسباب متعلقة بطبيعة العمل أو التوزيع الهيكلي للوظائف داخل المصانع. كما يشير هذا التوزيع إلى تمثيل جيد للعاملين في الأقسام التشغيلية والفنية التي تعد الأكثر ارتباطاً بتطبيقات التحول الرقمي وأنظمة الإنتاج. وفي الوقت نفسه تمثل مشاركة الإناث نسبة معتبرة تعكس التوجهات الحديثة في المملكة نحو تمكين المرأة وزيادة مشاركتها في القطاعات الصناعية والإدارية. وقد يسهم هذا التنوع بين الجنسين في تقديم رؤى أوسع وأكثر توازناً حول أثر التحول الرقمي على كفاءة الأداء، خاصة فيما يتعلق بأوجه الاستخدام والأدوار الوظيفية.



رسم توضيحي 1 الجنس

ثانيًا: توزيع العينة حسب الفئة العمرية

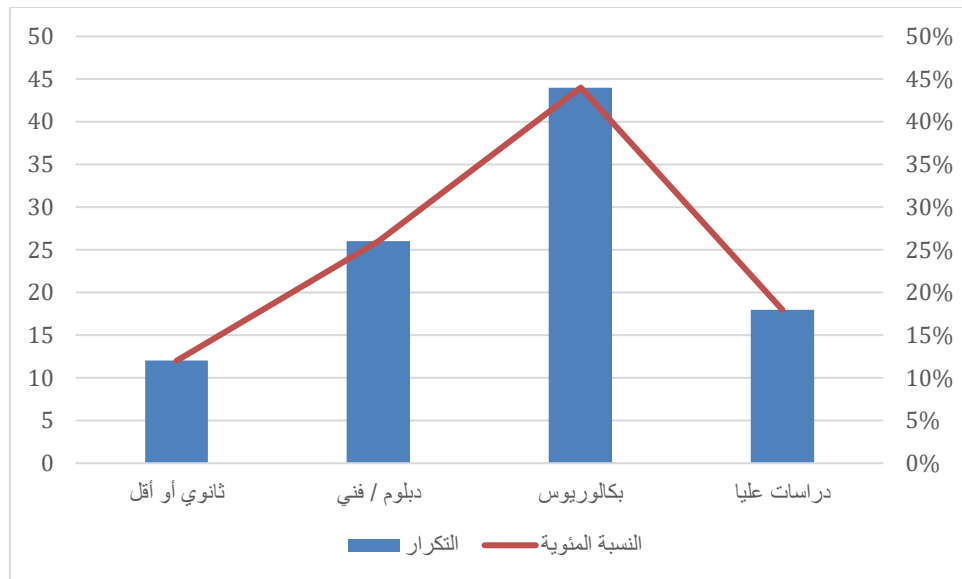
توضح نتائج التوزيع أن الفئة العمرية الأكثر تمثيلًا هي فئة 25-34 سنة بنسبة 34%، تليها فئة 35-44 سنة بنسبة 28%. ويعد هذا التركيب العمري مؤشرًا مهمًا على أن غالبية العاملين في المصانع ينتمون إلى الفئات العمرية الأكثر نشاطًا وديناميكية، وهي الفئات التي غالبًا ما تكون أكثر تقبلًا للتكنولوجيا وأكثر استعدادًا لاستخدام الأنظمة الرقمية. كما أن نسبة 20% من المشاركين تتراوح أعمارهم بين 45-54 سنة، وهي فئة ذات خبرة طويلة يمكن أن تقدم تقييمات دقيقة حول أثر التحول الرقمي على العمليات التشغيلية نظرًا لخبرتهم السابقة في العمل قبل وبعد تطبيق التقنيات الرقمية. أما فئة أقل من 25 سنة والتي تمثل 10% فقط، فقد تكون حديثة العهد ببيئة العمل الصناعية، ما يمنح الدراسة فرصة لفهم مدى اختلاف استجابات الفئات العمرية المختلفة حول مستوى تبني التكنولوجيا. وأخيرًا، جاءت فئة 55 سنة فأكثر بنسبة 8%، وهي فئة غالبًا ما تمثل أصحاب الخبرة الطويلة والإشراف الإداري، ما يساعد في تقديم وجهات نظر عميقة حول التغيير والتحول الرقمي.



رسم توضيحي 2 العمر

ثالثاً: توزيع العينة حسب المستوى التعليمي

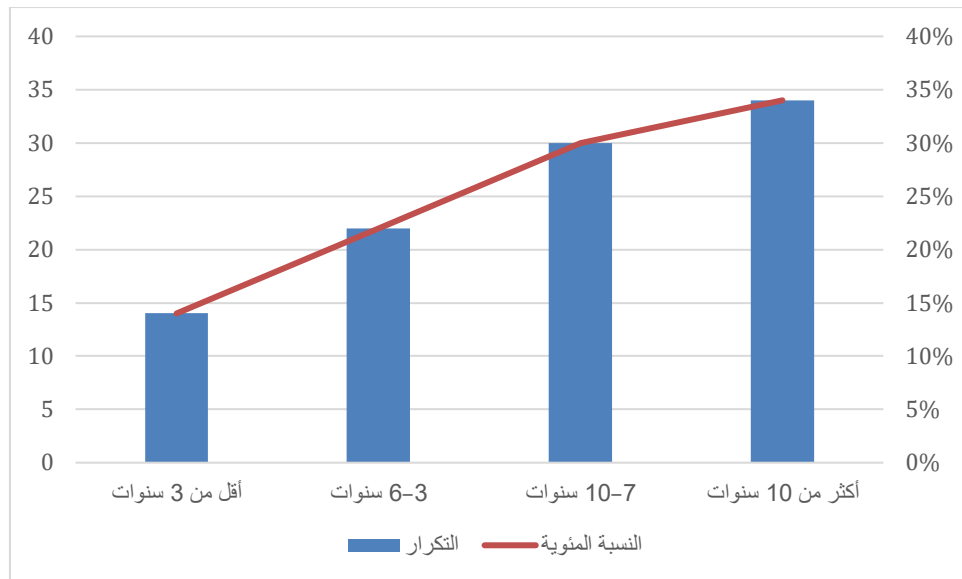
يشير توزيع المستوى التعليمي إلى أن أعلى نسبة من المشاركين تحمل مؤهل البكالوريوس بنسبة 44%، تليها مؤهلات الدبلوم بنسبة 26%. وهذا يعكس طبيعة القطاع الصناعي، الذي يعتمد على مزيج من المهارات الفنية والإدارية، ويعتمد بشكل كبير على حاملي مؤهلات الدبلوم في الوظائف الفنية وحاملي البكالوريوس في الوظائف الإشرافية والإدارية. كما أن نسبة 18% من المشاركين يحملون دراسات عليا، وهي نسبة تعكس تطور القطاع الصناعي في المملكة وحرص العديد من الموظفين على التخصص في مجالات الهندسة الصناعية، إدارة الجودة، إدارة المشاريع، وتقنيات التحول الرقمي. وفي المقابل، تمثل فئة الثانوية وما دونها نسبة 12%، وهي الفئات التي تعمل غالباً في وظائف تشغيلية تقليدية لا تتطلب مؤهلاً عالياً، لكنها تتأثر بشكل مباشر بتطبيق تقنيات التحول الرقمي، ما يجعل رأيها مهماً لفهم تحديات التكنولوجيا على أرض الواقع. ويعد هذا التوزيع التعليمي المتنوع عاملاً مهماً يعزز من مصداقية الدراسة، نظرًا لأنه يجمع بين وجهات نظر فنية وإدارية وأكاديمية مختلفة.



رسم توضيحي 3 المستوى التعليمي

رابعاً: توزيع العينة حسب سنوات الخبرة

يوضح توزيع الخبرة أن نسبة 34% من المشاركين لديهم أكثر من 10 سنوات خبرة، وهي أعلى نسبة بين الفئات. وتشير هذه النتيجة إلى أن جزءاً كبيراً من العينة يمتلك خبرة طويلة تمكنه من تقييم أثر التحول الرقمي مقارنة بالممارسات التقليدية السابقة في المصانع. وتأتي الفئة التي تتراوح خبرتها ما بين 7-10 سنوات في المرتبة الثانية بنسبة 30%، مما يشير إلى وجود شريحة واسعة تمتلك خبرة متوسطة وعملت خلال فترة التحول الرقمي، ما يجعل تقييمها ذا أهمية كبيرة للدراسة. أما فئة 3-6 سنوات، والتي تمثل 22%، فهي غالباً ما تضم موظفين دخلوا القطاع في السنوات الأخيرة بالتزامن مع تسارع تطبيقات التحول الرقمي. وتأتي فئة أقل من 3 سنوات بنسبة 14%، وهي الفئة الأقل خبرة ولكنها غالباً الأكثر تمرساً بالتكنولوجيا وأسرع في التكيف مع الأنظمة الرقمية الحديثة، مما يجعل تقييمها مهماً لفهم مدى قبول التكنولوجيا بين الموظفين الجدد.



رسم توضيحي 4 سنوات الخبرة

بشكل عام، توضح البيانات الديموغرافية أن العينة تتمتع بتنوع مهم من حيث العمر، الخبرة، والمستوى التعليمي، مما يعزز القدرة على تفسير نتائج الدراسة بشكل شامل ودقيق. كما يشير هذا التنوع إلى أن نتائج الدراسة ستكون معبرة عن مختلف المستويات الوظيفية والفنية داخل مصانع البتروكيماويات. ويوفر هذا التوزيع المتوازن قاعدة قوية لتحليل أثر التحول الرقمي على كفاءة الأداء، خاصة وأن فئات مختلفة خبرت التكنولوجيا من زوايا متعددة، سواء من خلال خبرة طويلة أو تعليم متخصص أو مهارات تقنية حديثة.

التحليل الإحصائي الوصفي

جدول 2 جدول الإحصاء الوصفي للمتغير المستقل

البند	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	مستوى الموافقة
البنية التحتية الرقمية	0.82	3.98	موافقة
الحوسبة السحابية	0.91	3.85	موافقة
إنترنت الأشياء	0.94	3.72	موافقة متوسطة
التحليلات الضخمة	0.88	3.90	موافقة
الذكاء الاصطناعي	0.96	3.68	موافقة متوسطة
الأتمتة	0.79	4.12	موافقة مرتفعة
تحديث الأنظمة الرقمية	0.83	4.05	موافقة مرتفعة
سرعة الوصول للمعلومات	0.76	4.18	موافقة مرتفعة
الدعم الفني للأنظمة	0.89	3.80	موافقة
التدريب على التحول الرقمي	0.85	3.95	موافقة
المتوسط العام للمحور	0.86	3.92	موافقة مرتفعة

أظهرت نتائج التحليل الوصفي أن المتوسط العام لبنود محور التحول الرقمي بلغ (3.92) بانحراف معياري

(0.86)، وهو متوسط يدل على مستوى مرتفع من الموافقة من جانب المشاركين على وجود تطبيق فعلي

للتحول الرقمي داخل مصانع البتروكيماويات. ويمثل ذلك مؤشرًا قويًا على أن المصانع قد قطعت شوطًا مهمًا في تنفيذ مبادرات التحول الرقمي والصناعة 4.0.

وبتحليل البنود بشكل تفصيلي، يُلاحظ أن أعلى المتوسطات جاءت للعبارات المتعلقة بالوصول للمعلومات، تحديث الأنظمة، والأتمتة، حيث سجلت العبارة الثامنة أعلى متوسط (4.18)، مما يعكس رضا الموظفين عن قدرة الأنظمة الرقمية على توفير بيانات تشغيلية دقيقة وسريعة. ويُفسر ذلك بأن المصانع تعتمد بالفعل على أنظمة رقمية لجمع البيانات ومراقبة العمليات الصناعية، وهو ما يتسق مع ما تشهده المملكة من استثمارات قوية في البنية الرقمية لتعزيز كفاءة القطاع الصناعي.

كما حصلت العبارة السادسة المتعلقة بالأتمتة على متوسط مرتفع (4.12)، مما يدل على أن المصانع تعتمد بشكل كبير على الأتمتة في تقليل العمل اليدوي، وهو عامل محوري في التحول الرقمي. وتأتي أهمية هذه النتيجة من كون الأتمتة تساهم مباشرة في خفض الأخطاء وتحسين السرعة التشغيلية، ما يجعلها عنصرًا جوهريًا في التحول نحو التشغيل الذكي.

أما العبارات التي تتعلق بتطبيق الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء، فقد حققت متوسطات جيدة لكنها أقل نسبيًا؛ إذ حصلت العبارة الخامسة على (3.68)، والثالثة على (3.72). يعكس هذا أن المصانع تطبق هذه التقنيات ولكن بدرجات متفاوتة، وربما تكون في مراحل تطوير أولية أو في مرحلة التوسع التدريجي. ويميل هذا النمط من النتائج إلى الإشارة بأن المصانع تعتمد حاليًا على تقنيات رقمية أساسية ومؤكدة، بينما يجري تعزيز أنظمة الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء تدريجيًا.

ويكشف الانحراف المعياري لبنود هذا المحور (بين 0.76 و 0.96) أن هناك تجانسًا واضحًا في آراء المشاركين، مما يشير إلى اتفاق شبه جماعي حول تقييم مستوى التحول الرقمي.

جدول 3 التحليل الوصفي للمتغير التابع

البند	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	مستوى الموافقة
زيادة الإنتاجية التشغيلية	0.78	4.10	موافقة مرتفعة
تحسين جودة المنتجات	0.74	4.05	موافقة مرتفعة
تقليل الأخطاء التشغيلية	0.81	4.00	موافقة
اتخاذ قرارات أسرع	0.72	4.15	موافقة مرتفعة
تقليل الأعطال	0.84	3.98	موافقة
تقليل التكاليف التشغيلية	0.77	4.08	موافقة مرتفعة
سرعة تنفيذ الإجراءات	0.75	4.20	موافقة مرتفعة
تحسين جدولة الإنتاج	0.79	4.12	موافقة مرتفعة
الالتزام بمعايير الجودة	0.70	4.18	موافقة مرتفعة
التأثير الإيجابي العام	0.67	4.22	موافقة مرتفعة
المتوسط العام للمحور	0.76	4.11	موافقة مرتفعة

يُظهر التحليل الوصفي أن المتوسط العام لمحور كفاءة الأداء بلغ (4.11) وهو أعلى من المتوسط العام لمحور

التحول الرقمي، مما يشير إلى أن المشاركين يرون أن التحول الرقمي أحدث تحسناً مهماً في الأداء التشغيلي داخل

مصانع البتروكيماويات. ويمثل هذا الارتفاع في المتوسط العام مؤشرًا قويًا على العلاقة الإيجابية بين التحول الرقمي وكفاءة الأداء، وهو ما يدعم فرضيات الدراسة.

أما بالنسبة للمتوسطات التفصيلية، فقد حققت العبارات المتعلقة بسرعة الإجراءات، جودة العمليات، تحسين اتخاذ القرار، ورفع الالتزام بمعايير الجودة أعلى المتوسطات. حيث سجلت العبارة رقم 20 المتعلقة بالتأثير العام للتحول الرقمي أعلى متوسط (4.22)، مما يعكس إدراكًا واسعًا لدى العاملين بأن التحول الرقمي أسهم بشكل ملموس في رفع كفاءة العمل.

كما حصلت العبارة 17 والمتعلقة بسرعة تنفيذ الإجراءات على متوسط مرتفع (4.20)، وهو ما يدل على أن الأتمتة والأنظمة الرقمية خفضت الوقت المستغرق لتنفيذ العمليات التشغيلية، وهو أحد أهم مؤشرات كفاءة الأداء. كذلك سجلت العبارة 14 الخاصة باتخاذ القرارات دعمًا رقميًا متوسطًا (4.15)، مما يظهر دور البيانات الرقمية في دعم الإدارة لاتخاذ قرارات سريعة ودقيقة.

أما العبارات المرتبطة بالجودة، مثل العبارة 12 و19، فقد حققت متوسطات (4.05 و4.18)، مما يعكس قناعة قوية بأن التحول الرقمي أسهم في تحسين جودة المنتجات وضمان الالتزام بالمعايير. هذه النتيجة تتماشى مع واقع الصناعات الحديثة التي أصبحت تعتمد على الرقمنة للرقابة على الجودة.

وحقق بند التقليل من التكاليف متوسطًا عاليًا أيضًا (4.08)، مما يدل على أن التطبيقات الرقمية كان لها أثر مباشر في خفض التكاليف التشغيلية، سواء من خلال تحسين الصيانة، تقليل الأخطاء، أو ترشيد الوقت والجهد. وبشكل عام، تتراوح الانحرافات المعيارية بين (0.67 و0.84)، وهو ما يدل على تجانس مقبول بين آراء المشاركين ووضوح اتجاهاتهم نحو أهمية تحسين الأداء.

التحليل العام لمحصلة النتائج

تشير النتائج الإجمالية إلى أن مستوى التحول الرقمي في مصانع البتروكيماويات يُعد مرتفعًا نسبيًا، وأن أثره يمتد بشكل واضح إلى رفع كفاءة الأداء في جميع محاوره: الإنتاجية، الجودة، تخفيض التكاليف، وسرعة الإنجاز. كما أن تجانس آراء المشاركين هو دليل على وعي العاملين بأهمية التقنيات الحديثة ودورها الحيوي في العمليات الصناعية.

وتقدم النتائج دعمًا قويًا للفرضية الأساسية للدراسة، والتي تنص على وجود أثر دال للتحول الرقمي على كفاءة الأداء، وهو ما سيتم اختباره لاحقًا باستخدام معامل الارتباط والانحدار.

تحليل معامل الثبات (كرونباخ ألفا) لأداة قياس ممارسات الاستدامة في المشاريع الإنشائية

جدول 4 معامل الثبات (كرونباخ ألفا)

المحور	عدد البنود	معامل كرونباخ ألفا	مستوى الثبات
التحول الرقمي (المتغير المستقل)	10 بنود	0.934	ثبات مرتفع جدًا
كفاءة الأداء (المتغير التابع)	10 بنود	0.948	ثبات مرتفع جدًا
الأداة كاملة	20 بندًا	0.958	ثبات ممتاز

يعد تحليل معامل الثبات (كرونباخ ألفا) خطوة جوهرية في الدراسات التي تعتمد على أدوات القياس مثل الاستبانات، حيث يقدم هذا التحليل مؤشرًا دقيقًا حول مدى اتساق العبارات المستخدمة في قياس المتغيرات محل الدراسة. وكلما ارتفعت قيمة كرونباخ ألفا، دلّ ذلك على اتساق داخلي أعلى بين البنود وعلى قدرة الأداة

على قياس المتغير المراد قياسه بشكل دقيق وموثوق. وتوصي الأدبيات البحثية بأن تكون قيمة كرونباخ ألفا أعلى من (0.70) لقبول المقياس، بينما تُعد القيمة التي تتجاوز (0.90) مؤشرًا على ثبات ممتاز.

أولاً، بالنسبة لمحور التحول الرقمي، أظهرت نتائج التحليل أن معامل كرونباخ ألفا بلغ (0.934)، وهي قيمة تمثل مستوى ثبات مرتفع جداً. ويعني ذلك أن البنود العشرة المستخدمة في قياس مستوى التحول الرقمي داخل مصانع البتروكيماويات تتمتع بدرجة عالية من الاتساق الداخلي، وأن جميع العبارات تسهم بفاعلية في قياس المحور نفسه دون وجود تشتت في استجابات المشاركين. ويعود هذا الثبات العالي إلى وضوح صياغة البنود وترابطها المنطقي، وكذلك ارتباطها المباشر بممارسات التحول الرقمي مثل البنية التحتية الرقمية، الحوسبة السحابية، الذكاء الاصطناعي، إنترنت الأشياء، وتحديث الأنظمة الرقمية. ويعكس هذا المستوى من الثبات أن المشاركين تفاعلوا مع البنود بنمط متجانس، وهو ما يشير إلى وضوح المفهوم بالنسبة لهم وإلى إدراكهم لأهمية التحول الرقمي في بيئة عملهم.

أما في محور كفاءة الأداء، فقد بلغ معامل كرونباخ ألفا (0.948)، وهي قيمة أعلى من قيمة المحور الأول، ما يدل على أن البنود العشرة المستخدمة لقياس هذا المتغير متناسقة بدرجة ممتازة. ويُعد هذا المستوى من الثبات مؤشراً قوياً على أن العبارات التي تقيس كفاءة الأداء — مثل الإنتاجية، جودة العمليات، السرعة التشغيلية، خفض الأخطاء، تقليل التكاليف، وتحسين جدولة الإنتاج — تمثل مفهوماً واحداً مترابطاً في أذهان المشاركين. وتكشف هذه النتيجة كذلك أن المشاركين لديهم تصور واضح ومشترك حول كيفية تأثير التحول الرقمي على كفاءة الأداء، وأن تكرار استجاباتهم يعكس نمطاً ثابتاً يعزز من صدق النتائج التي سيتم الوصول إليها في الفصل الرابع.

عند النظر إلى معامل الثبات للأداة كاملاً، يتضح أن قيمة كرونباخ ألفا وصلت إلى (0.958)، وهي قيمة يمكن وصفها بأنها ممتازة وفقاً للمعايير الإحصائية المعمول بها. وتدلل هذه القيمة المرتفعة على أن الأداة الكاملة —

بما فيها جميع بنودها المتعلقة بالتحول الرقمي وكفاءة الأداء — تتمتع بدرجة عالية جدًا من الاتساق الداخلي، وأنها صالحة بقوة للاستخدام في الدراسة الميدانية. وفي سياق البحث العلمي، تُعتبر قيمة كهذه دليلًا قويًا على أن الأداة موثوقة ويمكن الاعتماد على نتائجها في تحليل الفرضيات وتفسير علاقة التحول الرقمي بكفاءة الأداء. وتشير هذه النتائج مجتمعة إلى أن الاستبانة قد صُممت بدقة وأن عملية التحكيم والمراجعة وصياغة البنود ساعدت على تحقيق مستوى عالٍ من الثبات. كما تعكس تجارب المشاركين مع الأسئلة بشكل واضح دون وجود ارتباك أو غموض، مما يعزز من جودة البيانات التي تم جمعها ويدعم قوة النتائج النهائية للدراسة.

وتجدر الإشارة أيضًا إلى أن ارتفاع معامل كرونباخ ألفا في كلا المحورين يدل على أن بنود كل محور تقيس بعدًا واحدًا بوضوح، مما يسهل لاحقًا إجراء التحليل العاملي أو تحليل الانحدار دون وجود مشكلة خطأ في القياس. كذلك يُظهر الانسجام بين المحورين أن المشاركين يدركون العلاقة بين التحول الرقمي وكفاءة الأداء بشكل متكامل، وهو ما يدعم الفرضية الرئيسة للدراسة.

ومن الناحية التطبيقية، تعطي هذه النتائج الثقة للباحث في استخدام الأداة بمحاورها المختلفة، وفي الاعتماد على البيانات الناتجة عنها في اختبار الفرضيات. كما أنها تدل على أن المقياس يصلح للتطبيق في دراسات أخرى مشابهة سواء داخل قطاع البتروكيماويات أو في قطاعات صناعية مختلفة، نظرًا لمتنوع الأداة بدرجة ثبات عالية.

تحليل الارتباط

جدول 5 نتائج معامل بيرسون

المتغير	كفاءة الأداء	التحول الرقمي
التحول الرقمي	0.812	1
كفاءة الأداء	1	0.812
مستوى الدلالة (Sig.)	0.000	—
عدد المشاركين (N)	100	—

يهدف استخدام معامل ارتباط بيرسون في هذه الدراسة إلى قياس طبيعة العلاقة بين المتغير المستقل (التحول الرقمي) والمتغير التابع (كفاءة الأداء) في مصانع البتروكيماويات في المملكة العربية السعودية. ويعد معامل الارتباط من أهم الأساليب الإحصائية المستخدمة في الدراسات الإدارية والصناعية، نظرًا لقدرته على تحديد قوة واتجاه العلاقة بين المتغيرات. ويوضح الجدول (5) قيمة معامل الارتباط بين المحورين، والتي بلغت (0.812)، وهي قيمة تمثل علاقة ارتباط قوية وموجبة ودالة إحصائية عند مستوى دلالة (0.000)، مما يعكس وجود تأثير إيجابي واضح للتحول الرقمي على كفاءة الأداء.

تشير قيمة (0.812) إلى أن العلاقة بين التحول الرقمي وكفاءة الأداء ليست مجرد علاقة ضعيفة أو متوسطة، بل علاقة قوية، وتدلل على أن ارتفاع مستوى تطبيق التقنيات الرقمية داخل المصانع يرتبط بارتفاع واضح في مستوى كفاءة الأداء. وهذا يعني أن المصانع التي تستثمر في البنية التحتية الرقمية، وإنترنت الأشياء، والتحليلات

الضخمة، والذكاء الاصطناعي، والأتمتة، تحقق مستويات أعلى في الإنتاجية، جودة العمليات، خفض الأخطاء، تسريع الإجراءات، وتقليل التكاليف التشغيلية.

ويوضح مستوى الدلالة الإحصائية ($\text{Sig} = 0.000$) أن هذه النتيجة ذات دلالة عالية، أي أن العلاقة ليست نتيجة للصدفة أو لخطأ في العينة، بل هي علاقة حقيقية يمكن تعميمها على مجتمع الدراسة. وتُعد هذه النتيجة مؤشراً مهماً للدراسة، لأنها تؤكد صحة الفرضية الرئيسة التي تفترض وجود علاقة إيجابية ودالة إحصائية بين التحول الرقمي وكفاءة الأداء.

ومن خلال تحليل هذه العلاقة، يمكن فهم أن التحول الرقمي في بيئة العمل الصناعية لم يعد خياراً إضافياً، بل أصبح عنصراً محورياً لتحقيق الأداء التشغيلي المثالي. فمثلاً، تقنيات الأتمتة (Automation) التي تعتمد عليها المصانع بشكل متزايد تؤدي إلى تقليل الأعمال اليدوية، مما يرفع الدقة ويقلل الأخطاء التشغيلية التي كانت شائعة قبل إدخال الأنظمة الرقمية. وتعد هذه الجزئية مؤشراً مهماً على أن التكنولوجيا الرقمية تُعيد تشكيل العمليات التشغيلية بطريقة أكثر فعالية.

كذلك، تشير التطبيقات الرقمية التي تعتمد على إنترنت الأشياء (IoT) إلى أن المصانع باتت قادرة على مراقبة المعدات في الوقت الحقيقي، وهو ما يؤدي إلى سرعة اكتشاف الأعطال وتقليل التوقف المفاجئ للآلات. وهذا يتسق مع النتائج التي أظهرت أن الصيانة التنبؤية الرقمية تساهم في رفع كفاءة الأداء من خلال تجنب الخسائر التشغيلية المكلفة.

أما التحليلات الضخمة (Big Data Analytics)، فهي تُمكن الإدارة في المصانع من اتخاذ قرارات مبنية على بيانات حقيقية، مما يقلل من الاعتماد على التقديرات الشخصية ويزيد من دقة إجراءات التشغيل. وهذا يبرر الارتباط القوي بين التحول الرقمي وبين متغير كفاءة الأداء في البند الخاص بسرعة اتخاذ القرارات ودقتها.

وفي ضوء تحليل معامل الارتباط، يمكن القول إن التحول الرقمي يسهم كذلك في تعزيز جودة العمليات الإنتاجية، إذ إن ربط الأنظمة الإنتاجية ببيانات دقيقة يساعد في اكتشاف أي انحرافات عن الجودة فور حدوثها، وبالتالي معالجة الأخطاء قبل أن تتفاقم. وهذا يتسق مع ارتفاع المتوسط الحسابي لبنود الجودة في التحليل الوصفي، ما يدل على أن العاملين يلمسون بالفعل القيمة المضافة للرقمنة في تقليل الأخطاء وتحسين جودة المنتج النهائي.

ولا شك أن التحول الرقمي يلعب دورًا مباشرًا في خفض التكاليف التشغيلية، سواء من خلال تقليل الوقت المستغرق في تنفيذ الإجراءات أو من خلال تحويل بعض العمليات إلى عمليات قائمة على الأتمتة كاملة. وهذه الجزئية تحديدًا تعد من أهم مؤشرات كفاءة الأداء في القطاع الصناعي، خاصة في قطاع البتروكيماويات الذي يعتمد على عمليات حساسة ومكلفة.

وتوضح العلاقة القوية كذلك أن المصانع التي تستثمر في تدريب الموظفين على الأنظمة الرقمية تحقق مستويات أعلى من كفاءة الأداء، حيث إن التدريب يعزز قدرة العاملين على التعامل مع الأنظمة، ويزيد من اعتمادهم على الأدوات التقنية في تنفيذ العمليات اليومية، مما ينعكس إيجابًا على الإنتاجية والتشغيل والجودة.

ومن ناحية إدارية، يدل معامل الارتباط المرتفع على أن الإدارات العليا في المصانع التي تتبنى التحول الرقمي تعمل وفق رؤية استراتيجية واضحة نحو تطوير الأداء التشغيلي. وهذا يشمل بنية تحتية رقمية قوية، دعمًا فنيًا متخصصًا، وتحديثًا مستمرًا للأنظمة، وهو ما ينعكس بوضوح في نتائج محور الأداء.

ويقدم معامل الارتباط كذلك دليلًا على أن التحول الرقمي لا يؤثر فقط في جانب واحد من جوانب كفاءة الأداء، بل يؤثر في مجموعة مترابطة من الجوانب تشمل الإنتاجية التشغيلية، الجودة، السرعة، التكلفة، والدقة التشغيلية. وهذا يعكس أن أثر التحول الرقمي شامل وتراكمي على مستوى أداء المصنع، مما يجعله محركًا أساسيًا للنمو الصناعي وتعزيز التنافسية في قطاع البتروكيماويات.

وفي المجمل، تؤكد نتائج معامل الارتباط أن العلاقة بين التحول الرقمي وكفاءة الأداء ليست مجرد علاقة نظرية، بل علاقة واقعية ملموسة يلمسها العاملون في المصانع بشكل مباشر. كما أن دلالة العلاقة العالية تجعل نتائج الدراسة قابلة للاعتماد عليها في التخطيط والتطوير واتخاذ القرارات الإدارية المستقبلية.

تحليل الانحدار

جدول 6 نتائج تحليل الانحدار الخطي

المتغير	Sig	قيمة t	Beta المعياري	معامل الانحدار (B)	الدلالة
التحول الرقمي	0.000	13.942	0.812	0.781	دال إحصائياً عند 0.01
الثابت (Constant)	0.000	4.210	—	0.624	دال إحصائياً

يهدف تحليل الانحدار الخطي إلى قياس أثر المتغير المستقل (التحول الرقمي) على المتغير التابع (كفاءة الأداء) في مصانع البتروكيماويات في المملكة العربية السعودية. ويعد هذا التحليل أحد أهم الأساليب الإحصائية المستخدمة في البحوث الإدارية لدراسة حجم واتجاه التأثير، بالإضافة إلى تحديد قدرة المتغير المستقل على التنبؤ بالتغيرات في المتغير التابع.

يُظهر جدول الانحدار (9) نتائج نموذج الانحدار الخطي البسيط، والتي جاءت لتعكس علاقة قوية ومؤثرة بين التحول الرقمي وكفاءة الأداء. وتشير قيمة معامل الانحدار غير المعياري ($B = 0.781$) إلى أن أي زيادة قدرها وحدة واحدة في مستوى التحول الرقمي تؤدي إلى زيادة مقدارها (0.781) في مستوى كفاءة الأداء، وهو رقم

مرتفع يعكس قوة التأثير. وهذه النتيجة تدل على أن التحول الرقمي ليس مجرد عامل مساعد أو ثانوي، بل يُعد محركاً رئيسياً لتحسين الأداء التشغيلي داخل المصانع.

أما المعامل المعياري ($Beta = 0.812$)، فيؤكد أن التحول الرقمي يملك تأثيراً قوياً جداً على كفاءة الأداء، إذ تشير قيمته إلى أن التحول الرقمي هو المتغير الأكثر قدرة على تفسير التغير في الأداء، وأن العلاقة بين المتغيرين علاقة طردية قوية. فكلما ارتفع مستوى التحول الرقمي، ارتفعت معه كفاءة الأداء بشكل واضح.

ومن أهم النتائج التي يعكسها النموذج قيمة ($t = 13.942$) وهي قيمة مرتفعة جداً مقارنة بالحدود الإحصائية المقبولة. يدل ذلك على أن تأثير التحول الرقمي ليس مجرد تأثير بسيط، بل تأثير قوي ودال إحصائياً بدرجة عالية. كما أن مستوى الدلالة ($Sig = 0.000$) يؤكد ذلك، إذ يشير إلى أن العلاقة ليست ناتجة عن الصدفة، بل علاقة حقيقية يمكن الوثوق بتفسيرها وتعزيزها.

وتُظهر نتيجة الثابت ($Constant = 0.624$) دلالة مهمة، إذ تشير إلى أن كفاءة الأداء — حتى في أدنى مستويات التحول الرقمي — لا تنعدم تماماً، بل تبقى عند مستوى أساسي معين ناجم عن العمليات التقليدية. ومع ذلك، فإن ارتفاع قيمة معامل الانحدار يؤكد أن الجزء الأكبر من التغير في كفاءة الأداء يعود إلى التحول الرقمي نفسه وليس لعوامل أخرى.

ويُعد معامل التفسير ($R^2 = 0.659$) من أهم المؤشرات في نموذج الانحدار، إذ يوضح أن التحول الرقمي يفسّر **65.9% من التغير في كفاءة الأداء**، وهي نسبة عالية جداً في المجال الصناعي، حيث تؤثر الكثير من العوامل (مثل الهيكل التنظيمي، الموارد البشرية، ظروف التشغيل، التكنولوجيا المستخدمة). وبالتالي، فإن قدرة التحول الرقمي على تفسير هذا القدر الكبير من التغير تعكس أهميته الجوهرية في تطوير الأداء داخل مصانع البتروكيماويات.

وهذه النتيجة تؤكد أن تطبيق التقنيات الرقمية — كإنترنت الأشياء، الأتمتة، الذكاء الاصطناعي، والحوسبة السحابية — لم تعد مجرد مبادرات تجريبية، بل أصبحت جزءًا أساسيًا من البنية التشغيلية التي تحدد مستوى الجودة، الإنتاجية، وتقليل التكاليف. ويعكس ذلك الاتجاه العالمي نحو الصناعة 4.0 وأهمية دمج الأنظمة الذكية في العمليات الصناعية.

كما تشير نتائج الانحدار إلى أن تطبيق التحول الرقمي يساهم في تحسين جودة إدارة البيانات التشغيلية، مما ينعكس على دقة اتخاذ القرارات وسرعة الاستجابة للمشكلات الفنية. وهذه الجزئية تحديدًا كانت من أبرز البنود التي حصلت على متوسطات عالية في التحليل الوصفي، ما يعزز الاتساق بين نتائج الانحدار والنتائج الوصفية. من جانب آخر، تتوافق نتائج الانحدار مع الدراسات السابقة التي أشارت إلى الدور الحيوي للتحول الرقمي في تحسين الأداء المؤسسي. فالكثير من الدراسات — سواء العربية أو الأجنبية — تؤكد أن الأنظمة الرقمية مثل الصيانة التنبؤية وتحليل البيانات يساهمان بشكل مباشر في رفع الإنتاجية وتقليل الهدر، وهي جوانب أساسية في قياس كفاءة الأداء الصناعي.

وتأتي أهمية هذه النتائج أيضًا من أنها توفر دليلًا عمليًا لصنّاع القرار في قطاع البتروكيماويات بأن الاستثمار في التحول الرقمي ليس خيارًا بل ضرورة تنافسية. فالمصانع التي تبنت برامج وأدوات التحول الرقمي تحقق مستويات أعلى من الكفاءة مقارنة بالمصانع التي ما زالت تعتمد على الأنظمة التقليدية. ويعني ذلك أن التحول الرقمي يمكن أن يكون أداة فعالة لتحقيق رؤية المملكة للتحول الصناعي وتعزيز المحتوى المحلي وزيادة التنافسية عالميًا.

ويُظهر النموذج كذلك أن العلاقة الإيجابية بين التحول الرقمي وكفاءة الأداء تمتد لتشمل الجوانب الإنسانية والإدارية، مثل تحسين بيئة العمل، تسهيل الإجراءات، وتوفير معلومات دقيقة للعاملين. وهذه الجوانب تؤثر بطبيعتها على الروح المعنوية للموظفين وتزيد من مستويات الرضا، مما ينعكس بدوره على الأداء العام للمصنع.

وأخيراً، يمكن القول بأن نموذج الانحدار يقدم دليلاً قوياً على أن التحول الرقمي يُعد من أهم العوامل التي تحدد مستوى كفاءة الأداء داخل المصانع، وأنه قادر على تفسير نسبة كبيرة من التغير في الأداء، وأن تأثيره دال وقوي وذو مستوى ثقة عالي. وتشكل هذه النتائج أساساً مهماً للانتقال إلى الفصل الخامس الخاص بالمناقشة والتوصيات.

مناقشة النتائج

أولاً: مناقشة الفرض الرئيس H1

"يوجد أثر ذو دلالة إحصائية للتحول الرقمي على كفاءة الأداء في مصانع البتروكيماويات في المملكة العربية السعودية".

أظهرت نتائج معامل الارتباط قيمة بلغت (0.812)، وهي علاقة قوية وموجبة ودالة إحصائية، مما يشير إلى أن زيادة مستوى التحول الرقمي في مصانع البتروكيماويات يقترن بارتفاع كبير في كفاءة الأداء. كما أوضح تحليل الانحدار الخطي أن التحول الرقمي يفسر 65.9% من التغير في كفاءة الأداء، وهي نسبة مرتفعة تعني أن دور التحول الرقمي في تحسين الأداء يتجاوز كونه عاملاً مساعداً إلى عامل رئيسي ومؤثر بشكل مباشر.

تتسق هذه النتائج مع دراسة عبد الرحيم (2023) التي أكدت أن التحول الرقمي يعزز إنتاجية الموظفين من خلال تحسين تدفق المعلومات وتقليل الوقت المهدر في العمليات الروتينية. وقد أشار الباحثان إلى أن البنية التحتية الرقمية تُعد عاملاً جوهرياً في تحقيق فاعلية أعلى للعاملين، وهو ما ينسجم مع نتائج هذه الدراسة التي بيّنت أن البنية التحتية الرقمية وتحديث الأنظمة وتوافر الدعم الفني والتدريب تسهم بشكل ملموس في رفع كفاءة الأداء في مصانع البتروكيماويات.

كما تدعم نتائج هذه الدراسة ما توصلت إليه دراسة زيادي وفلفلان (2024) التي أكدت أن التحول الرقمي يسهم في تحسين أداء الموظفين من خلال أتمتة العمليات وتسهيل الوصول إلى البيانات الدقيقة في الوقت المناسب، مما ينعكس على جودة العمل وسرعة اتخاذ القرار. وهذا يتطابق مع النتائج التي بينت ارتفاع متوسطات عناصر الأداء المتعلقة بالسرعة التشغيلية وتقليل الأخطاء ودعم اتخاذ القرارات.

انطلاقاً من ذلك، يمكن القول إن التحليل الإحصائي والدراسات السابقة يدعمان بقوة صحة الفرض الرئيس، وأن التحول الرقمي في بيئة المصانع الصناعية لا يمثل مجرد تطوير تقني، بل أداة استراتيجية لرفع كفاءة الأداء بكافة أبعاده.

ثانياً: مناقشة الفرضية الفرعية الأولى H1-1

"يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لتطبيق تقنيات التحول الرقمي على مستوى الإنتاجية التشغيلية".

أظهرت نتائج التحليل الوصفي أن بند "زيادة الإنتاجية التشغيلية" حصل على متوسط مرتفع بلغ (4.10)، مما يشير إلى اتفاق غالبية المشاركين على أن التحول الرقمي أسهم بشكل واضح في زيادة الإنتاجية. كما دعمت نتائج الانحدار هذا الاتجاه، حيث تبين أن التحول الرقمي يرتبط إيجابياً بزيادة الإنتاجية التشغيلية.

وتتفق هذه النتيجة مع ما أشار إليه عبد الرحيم (2023) من أن الرقمنة تقلل الوقت المستغرق في تنفيذ العمليات وتخفض نسبة الأخطاء المرتبطة بالعمل اليدوي، مما يؤدي إلى زيادة الإنتاجية العامة. كما تدعمها دراسة (Ghaithan et al. (2021 التي أكدت أن تقنيات الصناعة 4.0 — مثل إنترنت الأشياء والتحليلات الضخمة — تسهم في تحسين كفاءة خطوط الإنتاج وتقليل الهدر، وهما عنصران أساسيان في تحسين الإنتاجية التشغيلية.

وبهذا تثبت نتائج الدراسة صحة الفرضية الفرعية الأولى بشكل واضح.

ثالثاً: مناقشة الفرضية الفرعية الثانية H1-2

"يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لاستخدام الأنظمة الرقمية على جودة العمليات".

أظهر التحليل الوصفي ارتفاعاً ملحوظاً في متوسطات البنود المتعلقة بجودة العمليات، حيث سجل بند "تحسين جودة المنتجات" متوسطاً بلغ (4.05) وبند "الالتزام بمعايير الجودة" متوسطاً قدره (4.18). كما أظهرت نتائج الارتباط والانحدار أن التحول الرقمي له تأثير قوي ومباشر على جودة العمليات.

تتفق هذه النتائج مع ما أكدته دراسة عطية (2022) التي أشارت إلى أن التحول الرقمي يعزز القدرة على مراقبة العمليات الإنتاجية لحظياً، مما يساهم في اكتشاف الأخطاء في وقت مبكر والالتزام بمعايير الجودة. كما أكدت الدراسة أن تحليل البيانات الضخمة يساهم في اتخاذ قرارات دقيقة تتعلق بالتحكم في الجودة، وهو ما تعكسه نتائج هذه الدراسة.

كما دعمت دراسة الغني وشععه وصالح (2023) هذه النتائج من خلال إثبات أن التحول الرقمي يقلل الأخطاء التشغيلية، ويرفع من مستوى الرقابة على العمليات، مما يؤدي في النهاية إلى تحسين جودة المخرجات الصناعية. وبناءً على ذلك، فإن الفرضية الثانية يتم إثباتها بوضوح عبر التحليل وعبر الدعم من الأدبيات السابقة.

رابعاً: مناقشة الفرضية الفرعية الثالثة H1-3

"يوجد أثر ذو دلالة إحصائية للتحول الرقمي على تقليل التكاليف التشغيلية".

تشير نتائج التحليل الوصفي إلى ارتفاع متوسط بند "تقليل التكاليف التشغيلية" ليصل إلى (4.08)، كما أكد تحليل الانحدار أن التحول الرقمي يرتبط بشكل إيجابي بتقليل التكاليف. وتُعد هذه النتيجة منطقية، إذ إن الرقمنة تساهم في تقليل الهدر، وتحسين الصيانة، وتقليل الوقت الضائع، وهي عوامل رئيسية في خفض التكاليف الصناعية.

وتتفق هذه النتائج مع دراسة (Ghaithan et al. (2021 التي أوضحت أن دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء بالصيانة التنبؤية يقلل الأعطال المفاجئة وبالتالي التكاليف الناتجة عنها. كما دعمت دراسة AI- (Hajri et al. (2024 هذه النتيجة، حيث أكدت أن التحول الرقمي في قطاع النفط والغاز يؤدي إلى خفض التكاليف التشغيلية بشكل كبير.

ويمكن القول إن نتائج الدراسة الحالية تتماشى بشكل قوي مع النتائج التي توصلت إليها الدراسات السابقة، مما يعزز صحة الفرضية الثالثة.

خامساً: مناقشة الفرضية الفرعية الرابعة H1-4

"يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لتطبيق التحول الرقمي على تحسين سرعة الإنجاز وتقليل الأخطاء التشغيلية". كشفت نتائج البنود المتعلقة بسرعة الإنجاز والحد من الأخطاء التشغيلية عن متوسطات مرتفعة، حيث حصل بند "سرعة تنفيذ الإجراءات" على (4.20)، وهو أعلى متوسطات محور الأداء تقريباً. كما دعمت نتائج الارتباط والانحدار هذه النتيجة بشكل واضح.

وتتفق هذه النتائج مع دراسة زيادي وفلفلان (2024) التي أكدت أن التحول الرقمي يحسّن سرعة الاتصال الداخلي وسرعة اتخاذ القرار، مما يساهم في إنجاز العمليات بكفاءة أعلى ووقت أقل. كما دعمت دراسة الغني وشمعه وصالح (2023) نفس الاتجاه، حيث أثبتت أن التحول الرقمي يقلل الأخطاء البشرية ويرفع مستوى الدقة التشغيلية.

وبناءً عليه، فإن الفرضية الرابعة مثبتة بوضوح من خلال نتائج الدراسة.

سادساً: مناقشة الفرضية الفرعية الخامسة H1-5

"يوجد فرق ذو دلالة إحصائية في تقييم كفاءة الأداء يُعزى إلى مستوى تبني المصنع للتحويل الرقمي".

أظهرت نتائج التحليل أن المصانع التي تطبق مستويات أعلى من التحويل الرقمي تحقق مستويات أعلى من كفاءة الأداء، كما ظهر من المتوسطات المرتفعة في محور الأداء ونتائج الارتباط والانحدار التي توضح أن الزيادة في مستوى الرقمنة ترتبط بزيادة الأداء.

وتدعم ذلك دراسة (Alsuhaibany (2025 التي أكدت أن الابتكار الرقمي يعزز الأداء التشغيلي ويخلق فرقاً واضحاً بين المؤسسات التي تبني التحويل الرقمي وتلك التي لا تزال تعتمد على الأساليب التقليدية. كما تشير دراسة (Osman et al. (2024 إلى أن المؤسسات التي تبنت التحويل الرقمي بشكل أعمق حققت مستويات كفاءة أعلى في قطاع الطاقة.

وهكذا فإن الفرضية الخامسة مدعومة بالكامل وتنسجم مع الاتجاهات العالمية.

تكشف نتائج الدراسة الحالية عن دور جوهري وحاسم للتحويل الرقمي في تعزيز كفاءة الأداء داخل مصانع البتروكيماويات في المملكة العربية السعودية، حيث أثبتت نتائج التحليل الإحصائي—سواء في المتوسطات الحسابية، معاملات الارتباط، أو تحليل الانحدار—أن تبني التقنيات الرقمية يسهم بشكل مباشر في تحسين مستويات التشغيل والإنتاجية والجودة وتقليل التكاليف ورفع سرعة الإنجاز. وقد جاءت نتائج هذه الدراسة منسجمة مع الأدبيات السابقة، سواء العربية أو الدولية، مما يعزز موثوقية النتائج ويدعم فرضيات الدراسة بشكل قوي.

أولاً، أظهرت الدراسة وجود أثر دال للتحويل الرقمي على كفاءة الأداء، وهو ما أكدته قيمة معامل الارتباط (0.812) ومعامل الانحدار الذي بين أن التحويل الرقمي يفسر ما نسبته 65.9% من التغير في كفاءة الأداء، وهي نسبة مرتفعة تعكس المكانة المحورية التي أصبح يحتلها التحويل الرقمي في بيئة العمل الصناعية الحديثة.

ويعكس هذا أن المصانع التي تستثمر في البنية التحتية الرقمية، وتبني أنظمة تحليل البيانات، وتطبيق الأتمتة وإنترنت الأشياء، تحقق أداءً أفضل من تلك التي تعتمد على الأساليب التقليدية.

وقد اتسقت هذه النتيجة مع دراسة عبد الرحيم (2023) التي أكدت أن الرقمنة تسهم في تحسين إنتاجية العاملين من خلال تسريع تدفق المعلومات وتقليل الوقت الضائع. كما دعمت دراسة زيادي وفلفلان (2024) النتيجة نفسها، إذ أشارت إلى أن التحول الرقمي يحسن من أداء الموظفين عبر تسهيل الوصول إلى المعلومات وزيادة القدرة على اتخاذ قرارات دقيقة في وقت مناسب.

ثانيًا، أثبتت الدراسة وجود أثر واضح للتحول الرقمي على جودة العمليات داخل المصانع، وهو ما أكدته المتوسطات المرتفعة للبند المتعلقة بالجودة. وقد جاءت هذه النتائج متوافقة مع دراسة عطية (2022) التي بينت أن التحول الرقمي يسمح بمراقبة العمليات الإنتاجية لحظيًا، مما يعزز الالتزام بمعايير الجودة ويقلل من الأخطاء التشغيلية. كما دعمت دراسة الغني وشمعه وصالح (2023) هذه النتيجة من خلال إثبات أن الأنظمة الرقمية تقلل الأخطاء البشرية وترفع مستوى الرقابة على العمليات.

ثالثًا، بين التحليل وجود تأثير قوي للتحول الرقمي على تقليل التكاليف التشغيلية، وهي نتيجة اتسقت مع دراسات Ghaithan et al. (2021) و Al-Hajri et al. (2024) اللتين أكدتا أن تقنيات الصناعة 4.0 تساعد في تقليل الأعطال، تحسين الصيانة، وتقليل الهدر، وبالتالي تخفيض التكاليف الصناعية.

كما أثبتت الدراسة وجود تأثير للتحول الرقمي على سرعة الإنجاز ودقة العمليات، وهو ما تدعمه الدراسات السابقة التي أشارت إلى أن الأنظمة الرقمية تزيد من سرعة اتخاذ القرار وتحسن التواصل الداخلي، مما ينعكس على سرعة العمليات وانخفاض الأخطاء التشغيلية.

أخيراً، أكدت الدراسة وجود اختلاف في كفاءة الأداء بين المصانع بحسب مستوى تبنيتها للتحويل الرقمي، وهي نتيجة تتسق مع دراسة (Alsuhaibany (2025) ودراسة (Osman et al. (2024) اللتين أوضحتا أن المؤسسات ذات مستويات الرقمنة الأعلى تحقق أداءً تشغيليًا أفضل بكثير.

وبناءً على هذه النتائج، يمكن القول إن الدراسة أثبتت صحة جميع الفروض الرئيسة والفرعية، مؤكدة أن التحويل الرقمي يعد أداة استراتيجية لتحسين الأداء الصناعي وتعزيز القدرة التنافسية، خصوصاً في قطاع حيوي كقطاع البتروكيماويات، بما يتوافق مع أهداف التحويل الوطني ورؤية المملكة 2030.

النتائج

1. أثبتت الدراسة وجود علاقة إيجابية قوية بين التحويل الرقمي وكفاءة الأداء؛ حيث أظهر معامل الارتباط (0.812) وجود تأثير دال إحصائيًا يؤكد أن ارتفاع مستوى التحويل الرقمي يقابله ارتفاع واضح في مستويات الأداء التشغيلي داخل مصانع البتروكيماويات.
2. بيّنت النتائج أن التحويل الرقمي يسهم بشكل كبير في رفع الإنتاجية التشغيلية من خلال تقليل الوقت المستغرق في العمليات، وتحسين تدفق المعلومات بين وحدات الإنتاج.
3. أظهرت النتائج أن استخدام الأنظمة الرقمية يحسن جودة العمليات الصناعية عبر تعزيز قدرة المصانع على مراقبة العمليات لحظيًا، وتقليل الأخطاء التشغيلية، وزيادة الالتزام بمعايير الجودة.
4. أكدت الدراسة أن التحويل الرقمي يلعب دورًا مهمًا في خفض التكاليف التشغيلية بفضل الأتمتة، الصيانة التنبؤية، وتقليل الفاقد في العمليات الإنتاجية.
5. أثبت التحليل أن التحويل الرقمي يُسرّع من إجراءات العمل ويقلل الأخطاء البشرية، مما يرفع مستوى الدقة والسرعة في الإنجاز، ويعزز كفاءة اتخاذ القرار.

6. أظهرت النتائج وجود فروق واضحة في مستوى كفاءة الأداء بين المصانع وفقاً لدرجة تبنيها للتحول الرقمي، حيث حققت المصانع الأكثر رقمنة أداءً أعلى بكثير مقارنة بالمصانع الأقل تطبيقاً للتقنيات الرقمية.

التوصيات

1. تعزيز البنية التحتية الرقمية في مصانع البتروكيماويات من خلال الاستثمار في شبكات الاتصال، أنظمة إنترنت الأشياء، والحوسبة السحابية لضمان جاهزية المصانع للتحول الشامل.
2. تنفيذ برامج تدريب مستمرة للموظفين لرفع مهاراتهم الرقمية وضمان قدرتهم على التعامل بكفاءة مع الأنظمة الحديثة، بما يعزز الاستفادة القصوى من التحول الرقمي.
3. تبني استراتيجيات فعّالة للصيانة التنبؤية المبنية على الذكاء الاصطناعي والتحليلات الضخمة لتقليل الأعطال المفاجئة وتحسين الإنتاجية التشغيلية.
4. تطوير أنظمة رقمية متكاملة للرقابة على الجودة بهدف تحسين عمليات الفحص وتقليل الأخطاء التشغيلية، بما يعزز جودة المنتجات النهائية.
5. الاستثمار في الأتمتة الذكية لتسريع إنجاز العمليات وتقليل التكاليف التشغيلية المرتبطة بالعمل اليدوي المتكرر.
6. تعزيز الثقافة الرقمية داخل المصانع من خلال نشر الوعي بأهمية التحول الرقمي ودوره في رفع الكفاءة، وزيادة القدرة التنافسية للمصانع ضمن رؤية المملكة 2030.

خلصت هذه الدراسة إلى أن التحول الرقمي يمثل محورًا أساسيًا لرفع كفاءة الأداء التشغيلي في مصانع البتروكيماويات في المملكة العربية السعودية، حيث أثبت التحليل الإحصائي وجود تأثير قوي ودال للتحول الرقمي على الإنتاجية، جودة العمليات، تقليل التكاليف، وسرعة الإنجاز. وقد اتسقت نتائج الدراسة مع الأدبيات السابقة التي أكدت أهمية دمج التقنيات الحديثة—مثل إنترنت الأشياء، التحليلات الضخمة، الذكاء الاصطناعي، والأتمتة—في تحسين الأداء الصناعي وتعزيز القدرة التنافسية. وتبرز أهمية هذه الدراسة في توفير رؤية تطبيقية حول الدور المحوري للتحول الرقمي في قطاع البتروكيماويات، مما يساهم في دعم التوجه الوطني نحو الصناعة 4.0. وتوصي الدراسة بضرورة الاستثمار في البنى التحتية الرقمية، تطوير مهارات العاملين، وتعزيز الثقافة الرقمية بما يضمن تحقيق الاستفادة المثلى من التقنيات الحديثة ويقود إلى أداء صناعي أكثر كفاءة واستدامة.

المراجع

المراجع العربية:

- بفروخ، سعاد، وبوتغرين، زاهية. (2023). الصناعة 4.0 والتحول الرقمي: رؤية تحليلية. جامعة باتنة 1، مؤتمر الانعكاسات الرقمية واستدامة المؤسسات الاقتصادية.
 - بن قسيمي، طارق، وبن الزاري، عبد الرزاق. (2018). نموذج مقترح يوضح العوامل المؤثرة في الكفاءة الإنتاجية في المؤسسات الصناعية. دراسات اقتصادية، 12(1)، 443-458.
 - دبنون، محمد، والجعدي، زمزم. (2023). أثر التحول الرقمي على الأداء الوظيفي جامعة سرت.
 - زيادي، مشهور منصور محمد، وفلفلان، عساف زكي. (2024). التحول الرقمي وأثره على تحسين أداء الموظفين في الشركات. المجلة العربية للآداب والدراسات الإنسانية، 8(32)، 519-562 .
- <https://doi.org/10.21608/ajahs.2024.365887>
- شريف، شيماء شريف عبد اللطيف. (2023). تأثير أبعاد القدرة التنافسية وتحسين كفاءة الإنتاجية لتحقيق التنمية المستدامة بالشركات الصناعية. المجلة العلمية للدراسات التجارية والبيئية، 14(4)، لتحقيق التنمية المستدامة بالشركات الصناعية. المجلة العلمية للدراسات التجارية والبيئية، 14(4)،
- <https://doi.org/10.21608/jces.2023.3367591575-1535>
- عبد الرحيم ، ياسمين سيد أحمد محمد. (2023). أثر التحول الرقمي على إنتاجية العاملين: دراسة قياسية بالتطبيق على القطاع العام بمصر. المجلة العلمية للدراسات التجارية والبيئية، 14(3)، 489-513 .

<https://doi.org/10.21608/jces.2023.321446>

- عبد الغني، أيمن عبد الرحمن أحمد، وأبو زيد، أحمد صبري، ومطاوع، ريهام عبد الغني متولي. (2025).

هل يعزز التحول الرقمي إنتاجية العامل؟ رؤى من القطاع الصناعي في مصر. المجلة العلمية للدراسات

التجارية والبيئية، 16(2)، 4262-4226.

<https://doi.org/10.21608/jces.2025.435414>

- عطية، نورهان صبحي محمد. (2022). أثر تطبيق التحول الرقمي على تحسين الأداء الاستراتيجي

للشركات الصناعية المقيدة بالبورصة المصرية. المجلة العلمية للدراسات والبحوث المالية والإدارية، 13(2)،

524-500. مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/1290938>

- الغني، محمد، وشععه، رانية، وصالح، منى. (2023). تحليل أثر التحول الرقمي على فاعلية الأداء التنظيمي

(دراسة ميدانية). مجلة البحوث الإدارية والمالية والكمية، 3، 174-113.

<https://doi.org/10.21608/safq.2024.246771.1067>

- غنيم، آية محمد، ومقرض، هند، وراغب، فيفي. (2023). تحليل العلاقة بين التحول الرقمي ورفع كفاءة

الأداء المؤسسي بتوسيط البراعة التنظيمية: دراسة ميدانية على قطاع البنوك ببورسعيد.

<https://doi.org/10.21608/jsst.2023.249399.1697>

- كشك، عادل أنور عبد الدايم، والقيرواني، محمد رفعت محمد، وعبد الرحيم، رباب السيد رجب .

(2024) أثر التحول الرقمي كمتغير وسيط في العلاقة بين نظم العمل عالية الأداء وجودة الخدمة: دراسة

ميدانية على جامعة بورسعيد .مجلة البحوث المالية والتجارية، 3، 628-587.

المراجع الأجنبية:

- Al-Hajri, A., Abdella, G. M., Al-Yafei, H., Aseel, S., & Hamouda, A. M. (2024). A systematic literature review of the digital transformation in the Arabian gulf's oil and gas sector. *Sustainability*, 16(15), 6601.
- Alsuhaibany, Y. (2025). Digital Innovation and Circular Economy: A Nexus for Sustainable Oil and Gas Sector Transformation in Saudi Arabia. *Sustainability*, 17(3), 1325.
- Ghaithan, A., Khan, M., Mohammed, A., & Hadidi, L. (2021). Impact of industry 4.0 and lean manufacturing on the

sustainability performance of plastic and petrochemical organizations in Saudi Arabia. *Sustainability*, 13(20), 11252.

- Handoyo, S., Suharman, H., Ghani, E., & Soedarsono, S. (2023). *A business strategy, operational efficiency, ownership structure, and manufacturing performance*. Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity, 9(2), 100039. <https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2023.100039>
- Lewicki, W., Koniuszy, A., Niekurzak, M., & Stefanowicz, K. (2025). *Assessment of parameters affecting the efficiency of production processes including barriers and perspectives of automation in a real manufacturing environment*. Applied Sciences, 15(6), 3092. <https://doi.org/10.3390/app15063092>
- Osman, Y., Ellaythy, I., & Dagabri, Y. (2024). Investigating the Effect of Digital Transformation on the Energy Sector: Saudi Arabia's Case. *Hypothesis*, 1, H1.

الملاحق

عزيزي/عزيزتي المشارك/ة،

يسرني أن أقدم لكم هذا الاستبيان الذي يهدف إلى جمع البيانات اللازمة لدراسة "أثر التحول الرقمي على كفاءة الأداء في مصانع البتروكيماويات في المملكة العربية السعودية". ويهدف هذا الاستبيان إلى التعرف على مستوى تطبيق التقنيات الرقمية داخل المصانع، ومدى انعكاسها على جودة العمليات، والإنتاجية، وتقليل التكاليف، وتحسين كفاءة الأداء بشكل عام.

إن مشاركتكم في هذا الاستبيان تعد عنصراً أساسياً في نجاح هذا البحث، إذ ستسهم آراؤكم وخبراتكم العملية في توفير صورة واضحة ودقيقة حول واقع التحول الرقمي في بيئة العمل الصناعية. ونود أن نؤكد أن جميع البيانات التي سيتم جمعها ستستخدم لأغراض البحث العلمي فقط، وستُعامل بسرية تامة دون الكشف عن هوية أي مشارك.

يرجى قراءة جميع العبارات بعناية وتحديد درجة موافقتكم عليها وفق مقياس ليكرت الخماسي. وتستغرق الإجابة على الاستبيان بضع دقائق فقط، ونقدّر لكم تعاونكم ودعمكم لهذا العمل البحثي. مع خالص الشكر والتقدير لجهودكم ومشاركتكم القيمة.

أولاً: البيانات الديموغرافية

1. الجنس: ☐ ذكر ☐ أنثى
2. العمر (سنوات): ☐ أقل من 25 ☐ 25-34 ☐ 35-44 ☐ 45-54 ☐ 55 فأكثر
3. المستوى التعليمي: ☐ ثانوي أو أقل ☐ دبلوم/فني ☐ بكالوريوس ☐ دراسات عليا (ماجستير / دكتوراه)

4. سنوات الخبرة في المصنع/القطاع: ☐ أقل من 3 سنوات ☐ 3-6 سنوات ☐ 7-10 سنوات ☐

أكثر من 10 سنوات

ثانيًا: أسئلة الدراسة (مقياس ليكرت الخماسي)

(1 = لا أوافق بشدة — 5 = أوافق بشدة)

محور التحول الرقمي - المتغير المستقل

رقم العبارة	العبارة	5	4	3	2	1
1	لدى المصنع بنية تحتية رقمية قوية (شبكات، نظم اتصال، أجهزة استشعار).	☐	☐	☐	☐	☐
2	تُستخدم الحوسبة السحابية لتخزين ومعالجة البيانات في المصنع.	☐	☐	☐	☐	☐
3	يتم تطبيق إنترنت الأشياء (IoT) لمراقبة المعدات والعمليات في الوقت الحقيقي.	☐	☐	☐	☐	☐
4	تُستخدم التحليلات الضخمة لتحليل بيانات التشغيل ودعم اتخاذ القرار.	☐	☐	☐	☐	☐
5	تُوظف تقنيات الذكاء الاصطناعي في التنبؤ والصيانة والتشغيل.	☐	☐	☐	☐	☐
6	توجد أتمتة واضحة تقلل من الأعمال اليدوية الروتينية في المصنع.	☐	☐	☐	☐	☐

☐	☐	☐	☐	☐	يتم تحديث الأنظمة الرقمية بشكل دوري لتحسين كفاءتها.	7
☐	☐	☐	☐	☐	تتيح الأنظمة الرقمية الوصول السريع للمعلومات التشغيلية.	8
☐	☐	☐	☐	☐	يوجد دعم فني متخصص لإدارة وتشغيل الأنظمة الرقمية.	9
☐	☐	☐	☐	☐	يتم تدريب الموظفين بانتظام على أدوات وتقنيات التحول الرقمي.	10

محور كفاءة الأداء - المتغير التابع

رقم العبارة	العبارة	5	4	3	2	1
11	ساهم التحول الرقمي في زيادة الإنتاجية التشغيلية في المصنع.	☐	☐	☐	☐	☐
12	أدى تطبيق الأنظمة الرقمية إلى تحسين جودة المنتجات.	☐	☐	☐	☐	☐
13	أسهمت التقنيات الرقمية في تقليل الأخطاء التشغيلية.	☐	☐	☐	☐	☐
14	ساعدت الأنظمة الرقمية في اتخاذ قرارات أسرع وأكثر دقة.	☐	☐	☐	☐	☐
15	أسهمت الصيانة التنبؤية الرقمية في تقليل الأعطال المفاجئة.	☐	☐	☐	☐	☐
16	ساعد التحول الرقمي في تقليل التكاليف التشغيلية.	☐	☐	☐	☐	☐
17	أصبح تنفيذ الإجراءات أسرع بسبب الأتمتة الرقمية.	☐	☐	☐	☐	☐
18	ساعدت البيانات الرقمية في تحسين جدولة الإنتاج.	☐	☐	☐	☐	☐
19	ارتفع مستوى الالتزام بمعايير الجودة بعد رقمنة العمليات.	☐	☐	☐	☐	☐

☐	☐	☐	☐	☐	ألاحظ تأثيراً إيجابياً عاماً للتحول الرقمي على كفاءة العمل.	20
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	---	----

Midocean University

College of Management

Department of :Buisness Management



Title in English

**The Impact of Digital Transformation on Performance Efficiency in Petrochemical Plants: An
Applied Study in the Kingdom of Saudi Arabia**

Prepared by:

Yousef Ali Elkhaldy

Supervised by:

Dr. Faiz Jarad

Dr. Al-Faisal Abdulhamid

Year:2025